



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Restauración paisajística del Barrio de Bodegas de Lardero
(La Rioja)

Autor/es

ALEJANDRO MARTÍNEZ SANZ

Director/es

EDUARDO PRADO VILLAR y Alberto Tascón Vegas ,

Facultad

Facultad de Ciencia y Tecnología

Titulación

Grado en Ingeniería Agrícola

Departamento

AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN

Curso académico

2018-19



Restauración paisajística del Barrio de Bodegas de Lardero (La Rioja), de
ALEJANDRO MARTÍNEZ SANZ
(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative
Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported.
Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los
titulares del copyright.



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Facultad de Ciencia y Tecnología

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Agrícola

**Restauración paisajística del Barrio de Bodegas de Lardero
(La Rioja)**

Realizado por:

Alejandro Martínez Sanz

Tutelado por:

Eduardo Prado Villar

Alberto Tascón Vegas

Logroño, septiembre, 2019

MEMORIA

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
1.1. AGENTES DEL PROYECTO.....	2
1.2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	2
1.3. DIMENSIONES DEL PROYECTO.....	2
1.4. SITUACIÓN Y ACCESOS DE LA ZONA DEL PROYECTO	2
1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	2
2. CONDICIONANTES DEL MEDIO.....	3
2.1. CLIMA.....	3
2.3. AGUA DE RIEGO.....	5
3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE AJARDINAMIENTO	6
4. ESPECIES VEGETALES.....	8
5. PROTECCIÓN VEGETAL	9
6. FERTILIZACIÓN.....	10
7. RIEGO.....	11
7.1. DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO	11
7.2. DISEÑO HIDRÁULICO DE RIEGO	14
8. MOBILIARIO URBANO	17
9. RED ELÉCTRICA.....	17
9.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS	18
9.2. ESTUDIO LUMINOTÉNICO	18
9.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	19
10. MANTENIMIENTO.....	20
10.1 PLAN DE TRABAJOS A REALIZAR	20
10.2. MANTENIMIENTO DE LAS DIFERENTES ZONAS	22
11. SEGURIDAD Y SALUD.....	23
12. PRESUPUESTO	24

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. AGENTES DEL PROYECTO

El presente proyecto, redactado y firmado por el Sr. Alejandro Martínez Sanz, tiene como objetivo la obtención del título de Ingeniero Agrícola, mención en Hortofruticultura y Jardinería por la Universidad de La Rioja.

1.2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es el análisis y propuesta de algunas posibles soluciones a los diversos problemas paisajísticos y ambientales que presentan el Barrio de Bodegas en el término municipal de Lardero en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Las actuaciones realizadas se destinarán a la solución de los problemas ambientales y paisajísticos de la zona, además del uso y disfrute de los ciudadanos de Lardero y de la demás gente que lo pueda utilizar.

1.3. DIMENSIONES DEL PROYECTO

La zona del proyecto tiene una superficie total de 5.18 Ha, que equivale a 51800 m². Esta superficie es la correspondiente a zonas de plantación, zonas de césped, edificaciones y zonas de caminos.

1.4. SITUACIÓN Y ACCESOS DE LA ZONA DEL PROYECTO

La zona del proyecto se encuentra dentro del término municipal de Lardero, municipio de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Lardero es un municipio de La Rioja que limita con la capital, Logroño, y con otros municipios como Navarrete, Villamediana de Iregua, Alberite, Entrena y Albelda de Iregua, situándose al norte de la Rioja Media. La distancia desde Logroño es de 4.7 km por Avenida de Madrid, y de 9.2 km por N-111.

El Barrio de Bodegas se encuentra ubicada al sur de Lardero, y situado a una distancia de algo más de medio km. El acceso a dicha zona se realizará por el camino a Lardero al noreste del cerro, o por el camino a Entrena al suroeste, allí se realizarán las dos entradas al barrio.

1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA DEL PROYECTO

El estudio de la situación inicial de la zona del proyecto se realiza en el Anejo04_Situación Inicial, y se refleja en el Plano04_Situación Inicial.

El Monte de Bodegas de Lardero está en un grave estado de degradación, debido a la expansión urbanística de la zona. Esto ha provocado un cambio de uso en el suelo, que antiguamente era de uso agrícola con el cultivo de frutales, perdiendo sus usos tradicionales y provocando un abandono de estas tierras.

Además de la pérdida de los usos tradicionales del suelo y de su abandono, se han producido graves problemas ambientales, principalmente de erosión. La erosión es un proceso natural y continuo que se produce en la superficie terrestre por la acción de diferentes agentes externos como el agua o el viento.

En la zona del proyecto se pueden apreciar problemas graves de erosión, ya que, al ser una colina, está más expuesto a los agentes externos. Pero la principal causa de que se produzca erosión es la escasez de vegetación en la zona, exponiéndose el suelo prácticamente desnudo sin ningún tipo de cubierta vegetal a la acción del agua y el viento. Un suelo cubierto por un manto vegetal está completamente protegido frente a la acción de la erosión, ya que los árboles y la hierba hacen de cortavientos y el entramado de raíces ayuda a mantener los suelos frente a la lluvia y el viento.

2. CONDICIONANTES DEL MEDIO

2.1. CLIMA

El clima es un factor fundamental a la hora de elaborar un proyecto paisajístico para un correcto desarrollo de las especies vegetales.

En el Anejo01_Estudio climatológico se han estudiado las condiciones climatológicas de Agoncillo, pueblo del Norte de España, situado en La Rioja, concretamente en La Rioja Media y cercano al municipio de Lardero.

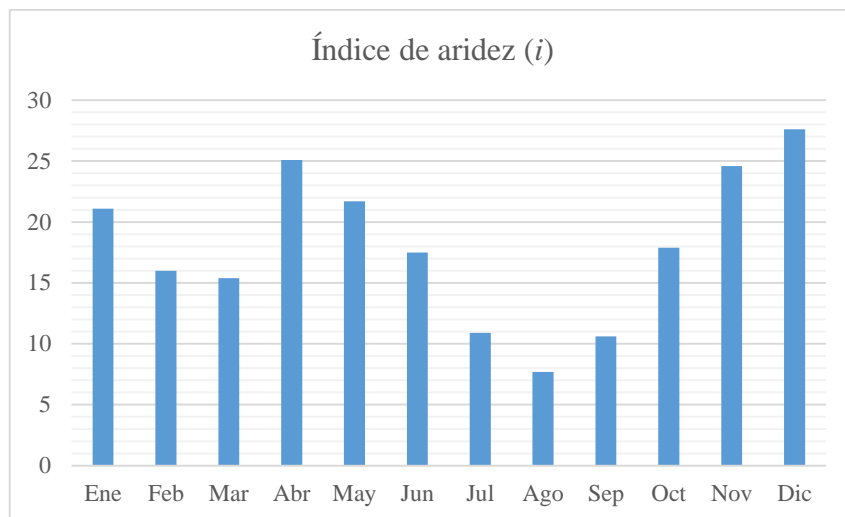
Presenta una altitud media de 352 metros, y sus coordenadas, referidas al meridiano de Greenwich, son:

Latitud (N/S) = 42° 27' 06"

Longitud (W/E) = 02° 19' 05"

Los resultados obtenidos para los **índices climáticos** son los siguientes:

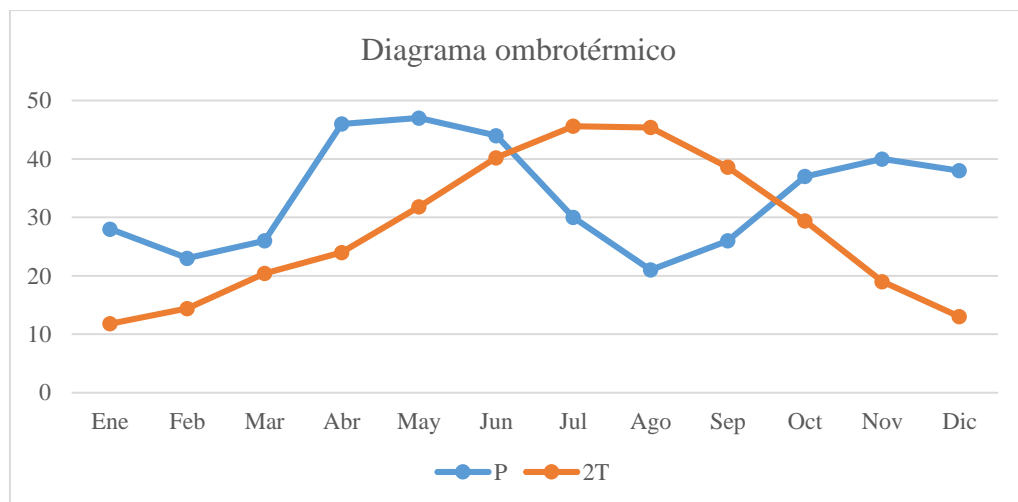
- Índice de pluviosidad de Lang: zona climática árida.
- Índice de aridez de Martone: zona climática correspondiente a una zona de estepas y países secos mediterráneos. En la gráfica se observa que cuanto más bajo es el índice, más aridez. Por tanto, el mes más árido es agosto, seguido de septiembre y julio.



- Índice de Dantin Cereda y Revenga: zona climática semiárida.

Los resultados obtenidos para las **clasificaciones climáticas** son las siguientes:

- Clasificación bioclimática UNESCO-FAO: clima subdesértico atenuado, ya que hay un periodo xérico, como se observa en el Diagrama Ombrotérmico de Gausen, el cual relaciona precipitaciones con las temperaturas. Los meses secos son julio, agosto y septiembre. En estos meses $P < 2T$ (si no hay período seco no es un clima mediterráneo).



- Clasificación climática de Thornthwaite: clima seco subhúmedo, segundo microtérmino, con exceso de agua (humedad) pequeño o nulo invierno y bastante alta concentración de la eficacia térmica durante el verano.

2.2. SUELO

El suelo, constituye la estructura fundamental para el correcto desarrollo de toda la planta, ya que es el soporte físico y fuente de todos los nutrientes que la planta extraerá para su crecimiento.

En el Anejo02_Estudio edafológico se obtendrán y se analizarán las características que posee el suelo de la zona determinada del proyecto. Para ello se estudiarán las características físicas y químicas del suelo teniendo en cuenta los datos proporcionados por el Laboratorio Regional de La Grajera.

Este análisis se tendrá en cuenta a la hora de la realización del proyecto, sobre todo a la hora de la elección de los ejemplares vegetales a emplear, pero también para la realización de cualquier otra labor en el suelo.

Los resultados obtenidos en el estudio edafológico son los siguientes:

- Se trata de un suelo franco, muy próximo a la categoría de franco – arenoso y una estructura granular, por lo que tendrá una buena capacidad de drenaje y las raíces crecerán sin dificultad.
- CC: 15.716 %.
- PM: 8.247 %.
- pH del suelo: 8.3, por lo tanto, es un pH básico.
- Materia orgánica del suelo: 0.64 %.
- Niveles de carbonatos: 9.8 %.
- Niveles de fósforo y potasio: suelo rico
- Niveles de calcio: bajo.
- Niveles de magnesio: gracias a las relaciones K/Mg y Ca/Mg, se observa que hay carencia de este.

2.3. AGUA DE RIEGO

EL agua es uno de los elementos más importantes, por no decir el más importante para un mantenimiento en buen estado de las plantas, ya que necesitan el agua para realizar sus funciones vitales.

En el Anejo03_Análisis del agua de riego se determinarán las características del agua, así como la calidad de esta, que será empleada para el riego. Por ello, se puede conocer de antemano los posibles efectos del aporte del agua sobre las especies vegetales empleadas en el proyecto.

Los resultados obtenidos para los **índices de primer grado** son los siguientes:

- pH del agua: neutro.
- Conductividad eléctrica: agua ligeramente salina, sin problemas graves de salinidad.
- Niveles de cloruros, sulfatos y sodio: concentraciones dentro de la normalidad, sin problemas de concentraciones excesivas.

Los resultados obtenidos para los **índices de segundo grado** son los siguientes:

- Relación de adsorción de sodio (SAR): agua buena para el riego.
- Relación de calcio o índice de Kelly: agua buena para el riego.
- coeficiente alcalimétrico o índice de Scott: agua tolerable para el riego, pero empleándola con precaución.
- Dureza del agua: el agua es muy dura. Si hubiera problemas graves con la dureza del agua habría que realizar un ablandamiento de esta mediante por ejemplo intercambiadores iónicos.

Los resultados obtenidos para las **clasificaciones del agua** son los siguientes:

- Norma Riverside: agua de salinidad alta, usada para el riego en suelos con buen drenaje; y con sodicidad baja, pudiendo emplearse en la mayoría de los suelos.
- Norma H. Greene (FAO): agua de riego tiene con buena calidad.
- Norma Wilcox: la calidad del agua es buena o admisible.

3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE AJARDINAMIENTO

La propuesta que se quiere realizar es una propuesta de ajardinamiento adecuada a las características estudiadas en el Anejo04_Situación inicial, con el correspondiente Plano04_Situación inicial. Esta propuesta se estudia más detalladamente en el Anejo05_Propuesta de ajardinamiento, con el correspondiente Plano05_Zonificación.

Se pretende cumplir una serie de objetivos importantes, los cuales son:

- Reducir drásticamente el proceso de erosión.
- Incrementar los usos sociales, lúdicos y tradicionales del cerro.
- Recuperar el paisaje de la zona.
- Crear espacios libres y agradables a la vista y al uso.

En cuanto a la zonificación del proyecto, la elección ha sido dividirlo en cinco partes diferentes, zona A, zona B, zona C, zona D, zona de entradas, respectivamente, en función de las características y los usos de los elementos que la componen, como caminos, elementos vegetales o mobiliario urbano.

Las diferentes zonas ideadas tienen las siguientes características:

- Zona "A":
Esta zona se encuentra en la zona más externa del área del proyecto, en la zona más baja, para concretar. Se trata de una zona rural, compuesta por un camino principal, que enlaza con otros caminos secundarios y otras áreas contiguas. Se podría decir que es el anillo exterior del monte más pequeñas subzonas con vegetación.
También se actuará en el resto del perímetro de la zona A. En el tramo correspondiente al noreste de la zona se implantará un vallado que proporcione continuidad a ese tramo, ya que es una zona donde no hay suficiente espacio para realizar una plantación adecuada.

Todo el tramo correspondiente a la zona suroeste y sureste de la zona se actuará utilizando un módulo de vegetación repetitivo, proporcionando al espacio unicidad, personalidad e identidad.

En el resto de subzonas que forman la zona A, de menor tamaño, se pretende crear pequeñas áreas que proporcionen una vista agradable al usuario, mediante la implantación de especies arbustivas y herbáceas vistosas y coloridas.

- Zona “B”:

En esta zona, localizada en el suroeste de la zona delimitada del proyecto, se pretende realizar un parque interior, en el área con mayor extensión de la zona B. Se implantará mobiliario urbano como bancos, mesas, fuentes y papeleras, además de diferentes juegos infantiles. También se introducirá una combinación de especies de árboles, arbustos y césped.

En el resto de áreas de la zona, de menores dimensiones, se pretende llevar a cabo una implantación de las mismas especies vegetales empleadas en el parque interior, para que se integren correctamente con esta área. También se colocarán bancos para crear pequeñas zonas de descanso empleando la sombra de las especies arbóreas seleccionadas, y otro tipo de mobiliario urbano.

- Zona “C”:

Se quiere realizar un bosque en la parte central y más alta de la zona como medida paisajística principal para la disminución del impacto visual negativo que provocan las antenas y su vallado, y también del depósito que hay en la parte superior.

En esta zona también se rehabilitará el mirador mediante tratamientos para la madera, y se sustituirán los bancos por otros nuevos.

En cuanto a la vegetación próxima a la zona del mirador se emplearán especies arbóreas que aportan sombra, pero que no sean los ejemplares de mayor tamaño; y demás especies vegetales que generen un impacto visual agradable.

- Zona “D”:

Esta zona está situada en el centro - oeste de la zona delimitada del proyecto.

Se pretende realizar una zona de descanso mediante mobiliario urbano y diversas especies vegetales. Se utilizarán como mobiliario urbano bancos y mesas principalmente. Se emplearán diversas especies vegetales vistosas para crear una vista agradable a su uso, especies arbóreas aprovechables por su sombra, y también algunas arbustivas que puedan ser aprovechables por su olor.

En los taludes correspondientes al resto de la superficie de la zona D se realizará una hidrosiembra.

- Zonas de Entrada:

Para las dos entradas al Barrio de bodegas: entrada desde Lardero al noreste del monte y entrada desde Entrena al suroeste del monte; se pretende realizar dos entradas mediante la colocación de dos pérgolas de madera, una en cada entrada, y mediante la plantación de especies vegetales que puedan aprovechar la pérgola para su crecimiento, por ello se empleará *Vitis vinifera* subesp. *sylvestris*.

Con esta propuesta se pretende generar una buena primera impresión a los visitantes del barrio por cualquiera de las dos entradas por la que se entre.

4. ESPECIES VEGETALES

La elección de las especies vegetales constituye una parte fundamental en el diseño del proyecto. A la hora de optar por una especie u otra, los criterios a tener en cuenta son muy diversos, y se han de estudiar a fondo los condicionantes del entorno (clima, suelo y agua de riego). Hay otros factores que también pueden ser determinantes en la elección (posibles plagas y enfermedades, los relacionados con la flora y fauna presentes en el entorno, o la orientación del territorio).

Para este proyecto se ha pretendido la reducción de los costes en las tareas de conservación, reduciendo también el consumo de agua y, por último, simplificar los trabajos de conservación y mantenimiento. Además, para la distribución de las especies vegetales, se han seguido criterios estéticos, de funcionalidad y de necesidades hídricas.

La elección de especies detallada viene reflejada en el Anejo06_Elección de especies vegetales, con su correspondiente Plano06_Plantación.

Las especies vegetales seleccionadas para el proyecto son las siguientes:

- Especies **arbóreas de hoja caduca**:
 - *Acer campestre*
 - *Acer pseudoplatanus*
 - *Aesculus hippocastaneum*
 - *Cercis siliquastrum*
 - *Eleagnus angustifolia*
 - *Juglans regia*
 - *Populus alba*
 - *Prunus dulcis*
- Especies **arbóreas de hoja perenne**:
 - *Cupressus sempervirens*
 - *Olea europaea*
- Especies **arbustivas y resto de especies vegetales de hoja caduca**:
 - *Berberis thunbergii*
 - *Forsythia x intermedia*
 - *Syringa vulgaris*
 - *Vitis vinifera* subesp. *sylvestris*
- Especies **arbustivas y resto de especies vegetales de hoja caduca**:
 - *Buxus sempervirens*
 - *Campanula carpatica*
 - *Lavandula angustifolia*
 - *Lobularia maritima*
 - *Rosmarinus officinalis*

- **Especies de césped seleccionadas:**

Está formado por una mezcla de semillas de diferentes especies, debido a que estas adquieren una mejor adaptación y se comportan mejor que las variedades puras. Esto es porque una mezcla conlleva a ventajas agronómicas de las especies que la componen, contrarrestando la mayoría de sus inconvenientes.

La composición de la mezcla es la siguiente:

- 60 % *Lolium perenne* Esquire
- 35 % *Festuca rubra* Gondolin
- 5 % *Poa pratense* Evora

Propiedades de la mezcla escogida:

- Facilidad de instalación: Muy buena.
- Resistencia uso: Muy buena.
- Resistencia a la sequía: Media.
- Finura y aspecto general: Buena.
- Facilidad de mantenimiento: Buena.

5. PROTECCIÓN VEGETAL

Es muy importante el conocimiento y análisis de las diferentes plagas así como de las enfermedades que pueden afectar al proyecto, tanto por motivos estéticos como económicos y sanitarios. Por ello hay que asegurar el buen estado y la conservación de las plantas que componen el proyecto, durante el mayor tiempo posible, y en buenas condiciones que aseguren el desarrollo de las especies.

El número de diferentes especies suele ser muy amplio, y cada una de esas plantas, tiene una serie de plagas y enfermedades más generalizadas e importantes que se pueden presentar en la zona del proyecto, y que a su vez pueden causar daños graves en las especies que lo componen.

Principalmente la forma en que se van a tratar las afecciones sanitarias que se puedan dar en la zona serán siempre de carácter preventivo y teniendo siempre muy presente el concepto de lucha integrada, intentando limitar lo máximo posible el uso de fitosanitarios, incluso si es posible su eliminación por completo, en el caso que no se impescindible su empleo.

En cuanto a los métodos de control, siempre se va a pretender llevar a cabo un control sostenible de plagas y enfermedades, buscar alternativas a los productos químicos; y en el caso de que los productos fitosanitarios sean necesarios, emplearlos con responsabilidad.

Como ya se ha comentado, en primer lugar hay que llevar a cabo buenos métodos de control preventivos para evitar que la plaga y/o enfermedad afecta a cualquier especie vegetal, los cuales se basan en métodos de manejo adecuados, que son:

2. Manejo del suelo.
3. Manejo del agua.
4. Manejo de la vegetación.
5. Labores culturales preventivas.

Si la plaga y/o enfermedad ha afectado a cualquier especie vegetal se llevarán a cabo métodos de control biológico, y si se agrava el problema, se emplearán métodos de control terapéuticos.

Ya conocidas la mayoría de las plagas y enfermedades que pueden afectar a las especies vegetales que conforman la zona del proyecto, se puede determinar el realizar una serie de tratamientos tanto de carácter preventivo, como terapéutico, con la finalidad de evitar o minimizar los daños producidos por las plagas y enfermedades más comunes, así como las que sean más perjudiciales para la planta. Por ello se exponen dos tipos de tratamientos biológicos, que pueden ser beneficiosos a la hora de evitar y solucionar problemas:

- Trianium - P (*Trichoderma harzianum* T - 22).
- *Bacillus thuringiensis* subespecie *kurstaki* 32 % p/p (DiPel).

La protección vegetal detallada viene reflejada en el Anejo07_Protección vegetal.

6. FERTILIZACIÓN

La determinación de las cantidades de abonado a emplear en el proyecto, se va a realizar en función de los resultados obtenidos en el Anejo02_ Análisis edafológico.

Se realizarán dos tipos de abonados en las zonas deseadas:

- **Abonado de fondo o de corrección:**

Se lleva a cabo antes de la implantación de las especies vegetales y el césped. Las características obtenidas en la aplicación del abonado de fondo son las siguientes:

- Determinación del Fósforo a aportar $\rightarrow [P]_{\text{Olsen}} = 33.41 \text{ ppm} \rightarrow \text{Rico}$
- Determinación del Potasio a aportar $\rightarrow [K]_{\text{Acetato}} = 84.5 \text{ ppm} \rightarrow \text{Muy pobre}$

Cantidad correcta de Potasio a aplicar $\rightarrow \Delta K = 72.5 \text{ ppm}$

A la hora de llevar a cabo la fertilización potásica de fondo, se empleará un abono simple, el sulfato potásico. El sulfato potásico es apto para cualquier tipo de suelo, y posee una riqueza del 48 % de K_2O .

Cantidad de sulfato potásico $\rightarrow 761.25 \frac{kg}{ha}$

Aplicación del abono fraccionada, de manera anual, en 9 años.

- Determinación del magnesio a aportar $\rightarrow [Mg]_{\text{Acetato}} = 79 \text{ ppm} \rightarrow \text{Medio}$

- **Abonado de mantenimiento o de cobertura:**

Se lleva a cabo una vez haya pasado un año de la plantación de las especies vegetales, para así reestablecer los elementos minerales del suelo. Las características obtenidas en la aplicación del abonado de mantenimiento son las siguientes:

- Se establece una cantidad de 4000 kg/ha al año
- La fórmula de equilibrio obtenida N-P-K-Mg (principales elementos minerales del suelo) es $1 - 0.3 - 0.9 - 0.1$.
- A partir de la ecuación de equilibrio obtenida, se ha elegido un fertilizante con la proporción de N – P – K – Mg con los siguientes valores $\rightarrow 15 - 9 - 15 - 2$.
- Época de aplicación:
 - 1ª. Marzo – Abril: 40% \rightarrow Elementos vegetales de mayor necesidad.
 - 2ª. Julio: 30% \rightarrow Época complicada para los elementos vegetales, aportándoles una dosis de elementos minerales.
 - 3ª. Septiembre – Octubre: 30% \rightarrow restante de la cantidad total de abono al año.
- Método de aplicación: sobre la cubierta del césped recién segado, y debe de ser una aplicación lo más baja posible. Procurando realizar una distribución homogénea del abono. Justamente después se deberá realizar un riego intenso. En las zonas donde no haya césped, el reparto del abono se debe realizar de forma similar a cuando si hay césped, pero de debe enterrar ligeramente el abono.

La fertilización detallada viene reflejada en el Anejo08_Fertilización.

7. RIEGO

El riego es la operación mediante la cual se aporta a los elementos vegetales el agua necesaria para su desarrollo, que no ha sido aportada por la lluvia o precipitación natural, compensando así el déficit hídrico en una zona.

Se empleará mayoritariamente un riego por aspersión, aunque para determinadas zonas se utilizará un riego por goteo, ya que se ha pensado que es la opción más adecuada para ciertas zonas.

7.1. DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO

El sistema agronómico de riego del proyecto viene detallado en el Anejo09_Diseño agronómico de riego.

La zona del proyecto se va a dividir en varias hidrozonas, según las necesidades hídricas de las plantaciones de cada zona del proyecto.

Las diferentes hidrozonas se distribuyen según una determinada manera, reflejada en el Plano08_Hidrozonas de riego.

- **Evapotranspiración de cultivo (ETc):**

Hidrozona	ETc (mm/mes)	ETc (mm/día)
H1	130.43	4.34
H2	125.41	4.18
H3	150.50	5.02
H4	132.94	4.43
H5	145.48	4.85
H6	122.90	4.09
H7	120.40	4.01
H8	117.89	3.93
H9	125.41	4.18
H10	125.41	4.18
H11	125.41	4.18
H12	132.94	4.43
H13	250.83	8.36
H14	100.33	3.34

- **Elección del sistema de riego:**

- El riego por aspersión será empleado en todas aquellas zonas en las que encontremos césped, ya que es el sistema más adecuado para esta especie vegetal. Se emplearán en las hidrozonas 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13.
- El riego por goteo se empleará en ejemplares vegetales aislados, o en grupos, en aquellas zonas donde no se disponga de césped. Se emplearán en las hidrozonas 1, 2, 4 y 5.

- **DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO POR ASPERSIÓN:**

Las características del diseño agronómico de riego por aspersión son las siguientes:

- Necesidades netas → 8.09 mm/día.

- Dosis neta $\rightarrow D_n = 20.39 \text{ mm}$.
- Necesidades de lavado $\rightarrow LR = 7.13 \%$.
- Necesidades brutas $\rightarrow N_b = 10.25 \text{ mm/día}$.
- Dosis bruta $\rightarrow D_b = 25.83 \text{ mm}$.
- Intervalo de riego $\rightarrow IR = 2 \text{ días}$.
- Dosis brutas ajustadas $\rightarrow D_{ba} = 205 \text{ mm}$.
- Características del aspersor escogido:

Aspersor de medio alcance $\rightarrow 6\text{m}$.

Caudal $\rightarrow Q_a = 12 \text{ mm}^3/\text{h}$.

Ángulo de barrido \rightarrow adaptable hasta los 360° .

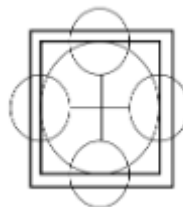
- Tiempo de riego $\rightarrow TR = 1 \text{ h y } 45 \text{ min}$.

- **DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEO:**

Las características del diseño agronómico de riego por goteo son las siguientes:

- Necesidades netas $\rightarrow 4.37 \text{ mm/día}$.
- Necesidades de lavado $\rightarrow LR = 0.13 \%$.
- Necesidades brutas $\rightarrow N_b = 5.58 \text{ mm/día}$.
- Características de los goteros escogidos:

Esquema de los goteros:



Caudal $\rightarrow Q_a = 4 \text{ l/h}$.

Área de mojado por un solo emisor $\rightarrow R_m = 0.50 \text{ m}$.

- Porcentaje de suelo mojado $\rightarrow P = 12.84 \%$.
- Tiempo de riego $\rightarrow TR = 10 \text{ h y } 20 \text{ min.}$

7.2. DISEÑO HIDRÁULICO DE RIEGO

El diseño hidráulico de riego viene detallado en el Anejo10_Diseño hidráulico de riego, y se refleja en el Plano09_Sistema hidráulico (tuberías).

La instalación de riego para el proyecto toma el agua de una acequia que rodea todo el cerro, y la cual tiene agua suficiente y de buena calidad para el riego. Dicha instalación se dividirá en cuatro sectores.

El agua va a ser conducida desde la toma de red, situada en la caseta (junto a la acequia) hasta los emisores, ayudada de una bomba de impulsión, cuya potencia se calcula en el presente anejo.

La bomba deriva el agua a una tubería secundaria que va a abastecer a tres tuberías terciarias, que se corresponden con cada uno de los sectores de riego. En la salida de esta tubería a cada una de las terciarias se van a colocar una válvula de compuerta, con la finalidad de que cada sector pueda funcionar a la vez o de forma independiente. En el lugar donde se produzca las derivaciones se va a colocar una arqueta para tener acceso a la apertura y cierre de válvula.

- **Conducciones:**

Todas las tuberías empleadas en el sistema de riego serán de PE-32, es decir, Polietileno de Baja Densidad. Las tuberías estarán sujetas a las especificaciones de las Normas UNE y los accesorios también.

- **ASPERSIÓN. TUBERIAS LATERALES. PORTASPERSORES:**

Hidrozona	Diámetro de tubería (mm)	Aspersores (n)	Presión funcionamiento (m.c.a)
H3	16	6	30
H6	16	17	30
H7	16	22	30
H8	16	15	30
H9	16	12	30
H10	16	2	30
H11	16	6	30
H12	16	3	30
H13	16	10	30

- **GOTEO. TUBERÍAS LATERALES PORTAGOTEROS**

Hidrozona	Diámetro de tubería (mm)	Goteros (n)	Presión funcionamiento (m.c.a)
H1	20	76	10
H2	25	112	10
H4	12	28	10
H5	12	34	10

- **TUBERÍAS TERCIARIAS**

Tubería	Diámetro de tubería (mm)	Presión funcionamiento (m.c.a)
T1	16	11.02
T2	16	10.51
T3	16	10.53
T4	16	30.07
T5	16	10.40
T6	16	30.01
T7	16	30.08
T8	16	11.42
T9	16	31.67
T10	16	30.02
T11	16	30.00
T12	16	31.16
T13	16	30.02
T14	16	30.75
T15	16	30.75
T16	16	33.14
T17	20	32.19
T18	16	30.37

- **TUBERÍAS SECUNDARIAS:**

Tubería	Diámetro de tubería (mm)	Presión funcionamiento (m.c.a)
S1	16	11.02
S2	25	10.53
S3	25	31.67
S4	25	33.14

- **TUBERÍA PRIMARIA**

Tubería	Diámetro de tubería (mm)	Presión funcionamiento (m.c.a)
P1	32	37.15

- **Caseta de riego:**

La caseta de riego que se quiere construir estará localizada en la entrada desde Lardero, justo antes de entrar en la zona delimitada del proyecto. Este lugar permite una distribución adecuada de las tuberías, además de ser un lugar perfecto para suministrar el agua de la acequia a las bombas del interior de la caseta. Esta estructura poseerá una dimensión de 9 m², con 3 m de lado y 3 m de ancho.

- **Elementos necesarios para el sistema de riego:**

El cabezal de riego es un elemento imprescindible en la instalación, ya que en él se encuentran los aparatos de medición, maniobra, bombeo y filtrado.

Otros elementos importantes: válvula de retención, válvula de alivio, rejilla, filtro de malla, contador de agua, electroválvulas, accesorios y conexiones, programador de riego.

- **Bomba:**

La bomba es el aparato que coge el agua del pozo y la impulsa con la presión necesaria para que funcione la instalación. Se debe calcular la altura necesaria que debe suministrar la bomba para que funcione toda la instalación correctamente.

Datos de la bomba:

- Pérdidas de carga totales $\rightarrow H$ (m.c.a) = 50.15
- Caudal $\rightarrow Q = 0.0065 \text{ m}^3/\text{s} = 23.5 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Rendimiento de la bomba $\rightarrow R = 80\%$.
- Potencia calculada $\rightarrow P = 30 \text{ CV} = 2.2 \text{ kW/h}$.

8. MOBILIARIO URBANO

El mobiliario urbano se instala en el espacio público con el principal propósito de ser algo útil para el ciudadano. Se trata de elementos con diferentes funciones como pueden ser la iluminación, limpieza, ocio, juego...

El mobiliario urbano debe unir conceptos de funcionalidad, racionalidad e integración, manteniendo un adecuado diseño.

Se han elegido principalmente líneas de productos de materiales nobles, resistentes y duraderos que cumplen todos los criterios de resistencia al envejecimiento, a los cambios bruscos de temperatura, a las radiaciones solares y a la corrosión, así como al desgaste por el uso y el vandalismo.

El mobiliario urbano detallado está en el Anejo11_Mobiliario urbano.

Los diferentes elementos de mobiliario urbano elegidos son:

- Bancos.
- Mesas.
- Papeleras.
- Fuentes.
- Aparcamientos para bicicletas.
- Alcorques.
- Pilonas.
- Paneles informativos.
- Farolas.
- Elementos de juegos infantiles.

La ubicación de los distintos elementos se ha realizado de acuerdo con el uso que se pretende dar a las diferentes zonas de intervención, que viene reflejada en el Plano07_Mobiliario urbano.

9. RED ELÉCTRICA

La intención es ofrecer una mejor seguridad ciudadana, además de prolongar el tiempo de disfrute de la zona, cuando la luz natural sea insuficiente. Por ello, se pretende crear una red eléctrica de alumbrado. Esta red estará compuesta por diferentes elementos de iluminación, principalmente por farolas. También se intentará crear un ambiente agradable que estimule la estancia en ésta zona verde, además de poder apreciar la decoración vegetal.

El nivel de iluminación, en servicio deseado, para todos los paseos y zonas de pavimentos duros se fija en 15 lux, similares al establecido para vías y paseos residenciales o secundarios de escaso tráfico.

La red eléctrica detallada está en el Anejo12_Red eléctrica.

9.1. ELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS

La elección del material utilizado se ha hecho siguiendo La LTE-IEE, normas tecnológicas de la edificación para el alumbrado exterior, la NTE-IEB para las instalaciones en baja tensión y las NTE-IER para las instalaciones de la red exterior.

- **Lámparas:**

El tipo de lámpara seleccionada se encuentra dentro del grupo de lámparas específicas para jardinería. En la ilustración que se muestra a continuación se pueden observar.

Tipo de lámparas elegidas son:

- Las lámparas seleccionadas serán las lámparas Master Son T Pia Plus 70W/220 E 27 1SL, de vapor de sodio de alta presión. (Catálogo de Philips).

- **Columnas:**

Tipos de columna elegido son:

- Las lámparas seleccionadas irán montadas sobre columnas clásicas de forma cilíndrica de fundición. La seleccionada en este caso es la Columna Cartuja – ICCA35.

9.2. ESTUDIO LUMINOTÉNICO

En primer lugar, se calculan el número de lámparas a colocar según la superficie que queremos iluminar. En total, la superficie a alumbrar presenta una extensión total 5180 m². Una vez calculado el número de lámparas a colocar, se calculará la distancia entre las luminarias y se procederá a su distribución.

- **Nivel de iluminación:**

El valor que se va a adoptar para el factor de mantenimiento es de 0.75.

- **Factor de utilización:**

En función del uso tiene unos valores mínimos, y cogiendo los dos alumbrados (ambiental y funcional), obteniendo un valor medio de ambos mínimos a cumplir, siendo el resultado un 0.40.

- **Números de luminarias (Método Lumen):**

Se basa en el porcentaje de flujo emitido por la lámpara que es proyectado sobre la superficie a iluminar.

$$N = 79 \text{ lámparas}$$

- **Distancia entre luminarias:**

Va a depender de la anchura de vía donde se instalen las luminarias, estimándose las siguientes anchuras:

- Caminos exteriores de anchura de vía, A, de 4 metros $\rightarrow D = 16.5$ m.
- Caminos interiores de anchura de vía, A, de 2.5 metros $\rightarrow D = 26.4$ m.

9.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El número de lámparas que se van a emplear es de 79 lámparas, y cada una tiene una potencia de 70 W. Por ello la potencia total requerida es de 5530 W.

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados, corrientes armónicas de arranque y desequilibrio de fases.

- Dimensionado del tendido eléctrico:

- Intensidad eléctrica $\rightarrow I = 8.87$ A
- Sección $\rightarrow S = 7.8$ mm²

Calculada la sección, vamos al R.E.B.T. y elegimos la sección inmediatamente superior al resultado obtenido que corresponde al cable de sección **10 mm²**. La sección mínima del conductor en red subterránea tiene que ser de 6 mm² según la INSTRUCCIÓN MI BT-009.

- Red de alimentación subterránea:

- Cables \rightarrow Serán unipolares con conductores de cobre y tensiones nominal de 0.6/1 KV.
- Entubados \rightarrow Los cables irán entubados, y dichos tubos irán enterrados a una profundidad de 0.6 m del nivel de suelo.
- Tomas de tierra \rightarrow Al lado de cada farola se va a instalar una toma de tierra que será realizada por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, control y medida.

- Instalación de enlace:

- Caja de protección y medida \rightarrow Son las cajas donde se alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.
- Sistema de encendido y apagado \rightarrow Permite realizar el programa de encendido y apagado para todo el año.

10. MANTENIMIENTO

El proyecto que se ha sido diseñado comprende diferentes zonas que requieren labores de mantenimiento y conservación, en algunos casos, específicas cada una de ellas.

El mantenimiento de las diferentes zonas del proyecto viene detallado en el Anejo13_Mantenimiento.

10.1 PLAN DE TRABAJOS A REALIZAR

PLANING DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES (PLANTACIONES)													
LABORES A REIZAR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVACIONES
Riego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Abonado de árboles	X	X	X	X	X					X	X	X	Una vez al año, o cada dos años
Abonado Orgánico	X	X										X	
Abonado Mineral			X	X	X					X	X		
Tratamientos fitosanitarios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Poda de arbustos	X	X	X	X	X	X				X	X	X	
Poda de árboles	X	X	X								X	X	
Recorte de setos		X	X	X				X	X				
Cavas			X	X	X	X			X	X	X	X	
Escardas				X	X			X	X	X			
Rastrillado			X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Reposición de árboles y arbustos	X	X								X	X	X	
Recortes y pinzamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades

PLANING DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES (CÉSPED)														
LABORES A REALIZAR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVACIONES	
Riego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	
Abonado Orgánico												X	Asociado a operaciones de regeneración	
Abonado Mineral			X			X			X					
Tratamientos fitosanitarios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	
Resiembra				X										
Recebos o enarenados				X										
Escarificado				X								X		
Aireado con horquilla							X	X	X					
Aireado en profundidad				X										
Perfilado	X			X			X			X				
Siega	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	

PLANING DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES (PASEOS, CAMINOS, ZONAS ESTANCIALES Y ZONAS DE OCIO)														
LABORES A REALIZAR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVACIONES	
Recebo de zonas de juegos infantiles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	
Reposición de pavimentos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	
Mobiliario urbano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	
Alumbrado público y red de riego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	
Limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades	

10.2. MANTENIMIENTO DE LAS DIFERENTES ZONAS

- **Zonas pavimentadas, de ocio y de descanso:**

El mantenimiento y conservación de estas zonas será sencillo, limitado a la limpieza, restauración y reposición de aquellos elementos que puedan resultar afectados, bien por el vandalismo, su uso, el paso del tiempo y/o cualquier otro factor que provoque o acentúe su deterioro.

Labores a realizar:

- Labores de mantenimiento y conservación de caminos, paseos, zonas estacionales y zonas de juegos infantiles.
- Labores de mantenimiento y conservación y limpieza.
- Labores de mantenimiento y conservación del mobiliario urbano.
- Labores de mantenimiento y conservación de la red de riego.

- **Zonas ajardinadas. Plantaciones:**

Labores a realizar:

- Poda:

Necesaria para favorecer el crecimiento en longitud, así como para eliminar aquellas ramas bajas y de esta manera ayudar al árbol a adquirir un porte arbóreo y no arbustivo, al tiempo que se facilita el acceso a su entorno, será necesario en años posteriores a la plantación, cuando la vegetación lo demande, realizar una serie de podas ligeras.

Se realizarán podas de arbolado, y la poda de arbustos, subarbustos y setos. Para ello se emplearán diferentes técnicas de poda:

 - Poda de trasplante.
 - Poda de formación.
 - Poda de mantenimiento.
- Reposición de marras:

Un mantenimiento adecuado exige de la sustitución, renovación o resiembras de las plantas permanentes o de temporada, árboles, arbustos sarmentosas y plantas de flor y vivaces, que hubiesen perdido o mermado considerablemente sus características ornamentales, o bien, que su precario estado botánico haga necesaria tal situación para un futuro próximo.

Las reposiciones de marras pueden ser para:

 - Plantas anuales.
 - Plantas bienales.
 - Plantas bulbosas.

- Plantas vivaces.
- Control de flora adventicia:
El control de la vegetación adventicia es una de las labores que más dedicación exige en el mantenimiento de un jardín.
Los métodos principales para su control son los siguientes:
 - Escarda manual: empleo de manos o azada.
 - Escarda mecánica: empleo de desbrozadora de hilo.
 - Escarda química: empleo de herbicidas.
- **Zonas de césped:**
Un césped de calidad es el resultado conjunto de los siguientes aspectos: instalación adecuada, y mantenimiento esmerado y sistemático.
Labores a realizar:
 - Escarificado.
 - Aireados en profundidad.
 - Recebos o enarenados:
Pueden ser recebos de arena, recebos orgánicos o recebos mixtos.
 - Resiembra:
La regeneración de una calva se realizará aplicando los siguientes métodos seleccionados:
 - Por siembra.
 - Por tepes.
 - Siega:
La siega es una operación fundamental de mantenimiento, ya que de ella depende, en gran medida, el aspecto final que vaya a ofrecer el tapiz de verde hierba.
 - Perfilados.

11. SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece que, en los proyectos de obra incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

Este Estudio de Seguridad y Salud se desarrolla con detalle en el Anejo14_Seguridad y Salud.

12. PRESUPUESTO

Resumen General del presupuesto estimado para el proyecto:

01	LIMPIEZA Y ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO	130.700,00
02	ESPECIES VEGETALES	70.100,65
03	MOBILIARIO URBANO	70.690,09
04	SISTEMA DE RIEGO	32.128,01
05	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	218.431,89

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	522.050,64
---------------------------------	-------------------

13 % Gastos Generales	67.866,58
6 % Beneficio Industrial	31.323,04
TOTAL EJECUCIÓN POR CONTRATA	621.240,26

21 % I.V.A.	130.460,45
TOTAL PRESUPUESTO C/IVA	751.700,45

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata, a la expresada cantidad de:
 SETECIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SETECIENTOS EUROS CON
 CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS

En Lardero, La Rioja, 14 de agosto de 2019

Fdo: Alejandro Martínez Sanz

ANEJOS

ANEJO 1

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO	2
3.	RECOPIACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS	2
3.1.	TEMPERATURAS	2
3.2.	PRECIPITACIONES	3
3.2.1.	CANTIDAD Y NÚMERO DE DÍAS DE PRECIPITACIÓN	3
3.2.2.	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	4
3.2.3.	TORMENTAS	5
3.2.4.	NIEVE.....	5
3.3.	OTROS DATOS CLIMATOLÓGICOS.....	6
3.3.1.	HELADAS	6
3.3.2.	NIEBLA	6
3.3.3.	INSOLACIÓN	7
4.	APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES FITOCLIMÁTICOS.....	7
4.1.	ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG.....	7
4.2.	ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONE	7
4.3.	ÍNDICE DE DANTIN CEREDA Y REVENGA.....	9
5.	APLICACIÓN DE LAS CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS	9
5.1.	CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO	9
5.1.1.	TEMPERATURAS	9
5.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE	13
5.2.1.	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HUMEDAD. BALANCE DEL AGUA	13
5.2.2.	ÍNDICE DE HUMEDAD: FALTA Y EXCESO DE HUMEDAD	16
5.2.3.	DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA.....	17
5.2.4.	DETERMINACIÓN DEL VALOR DE HUMEDAD.....	17
5.2.5.	DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN TÉRMICA EN VERANO	17
5.2.6.	CONCLUSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN CLIMÁTIC DE THORNTHWAITE	18
6.	DIAGRAMA DE MITRAKOS	18

1. INTRODUCCIÓN

El motivo de este anejo es describir las características climáticas de la zona donde se desarrollará el proyecto, en este caso en la localidad de Lardero (La Rioja), ya que el clima es un factor fundamental a la hora de elaborar un proyecto paisajístico para un correcto desarrollo de las especies vegetales seleccionadas.

Se estudiarán todas las variables que puedan influir en el clima de la zona del proyecto (temperatura, precipitaciones, humedad, etc.). También se determinarán una serie de índices y clasificaciones climáticas para la correcta determinación de los datos.

2. ELECCIÓN DEL OBSERVATORIO

El clima, fundamento de todo lo explicado posteriormente, abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo, valores que se obtienen a partir de la recopilación de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más, en este caso desde 1981 hasta 2010.

A continuación, se realizará un estudio de las condiciones climatológicas de Agoncillo, pueblo del Norte de España, situado en La Rioja, concretamente en La Rioja Media y cercano a la ciudad de Logroño.

Presenta una altitud media de 352 metros, y sus coordenadas, referidas al meridiano de Greenwich, son:

Latitud (N/S) = 42° 27' 06"

Longitud (W/E) = 02° 19' 05"

3. RECOPIACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS

3.1. TEMPERATURAS

Las temperaturas de la zona condicionarán a las diferentes especies vegetales de la zona, viéndose afectadas por las bajas temperaturas (heladas), por las altas temperaturas (quemaduras, sequías) y por las diferencias entre las temperaturas invernales y estivales, por lo que dependiendo de esta variable habrá que escoger la especie vegetal adecuada.

Tabla 1: *Temperatura media mensual/anual y estacional(°C)*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5	13.9

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
12.7	21.8	14.5	5.5

Tabla 2: *Temperatura media mensual/anual y estacional de las temperaturas máximas diarias (°C)*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
9.9	12.0	15.9	17.8	22.0	26.9	30.1	29.8	25.8	20.1	13.8	10.2	19.5

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
18.5	28.9	19.9	10.7

Tabla 3: *Temperatura media mensual/anual y estacional de las temperaturas mínimas diarias (°C)*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
2.0	2.4	4.6	6.3	9.7	13.3	15.6	15.6	12.9	9.2	5.3	2.8	8.3

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
6.8	14.8	9.1	2.4

3.2. PRECIPITACIONES

Las precipitaciones que haya en la zona son muy influyentes a la hora de la elección de las especies vegetales empleadas en el proyecto, así como las necesidades de riego de estas, ya que pueden llegar a sobrevivir solamente con las aguas de las precipitaciones.

3.2.1. CANTIDAD Y NÚMERO DE DÍAS DE PRECIPITACIÓN

Al igual que sucede con los datos de temperaturas, se van a emplear los datos de precipitaciones de la estación de Agoncillo. Se emplean las medias mensuales en el periodo entre 1981 y 2010, proporcionando los datos en mm.

El % que supone la precipitación mensual respecto a la anual se encuentra en la tabla de los datos climáticos. Cada porcentaje ha sido calculado con esta fórmula:

$$\frac{\text{Precipitación mensual (mm)}}{\text{Precipitación anual (mm)}} \times 100$$

Tabla 4: Precipitación mensual/anual y estacional absoluta (mm)

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
28	23	26	46	47	44	30	21	26	37	40	38	406
Primavera			Verano			Otoño		Invierno				
119			95			103		89				
29.3 %			23.4 %			25.4 %		21.9 %				

Tabla 5: Número medio mensual/anual y estacional de días de precipitación superior o igual a 1 mm (días)

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
5.6	5.1	4.7	7.4	8.0	5.2	3.7	3.4	3.9	6.5	6.7	6.5	66.6
Primavera			Verano			Otoño		Invierno				
20.1			12.3			17.1		17.2				
30.2 %			18.4 %			25.6 %		25.8 %				

Como se observa en los resultados obtenidos, la estación con más precipitación es la primavera y la estación con menos precipitación es el invierno. Se observa que el verano tiene precipitaciones altas en comparación con la primavera y verano, ya que el mes de junio es muy lluvioso comparado con los otros meses de verano donde decaen las precipitaciones.

3.2.2. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

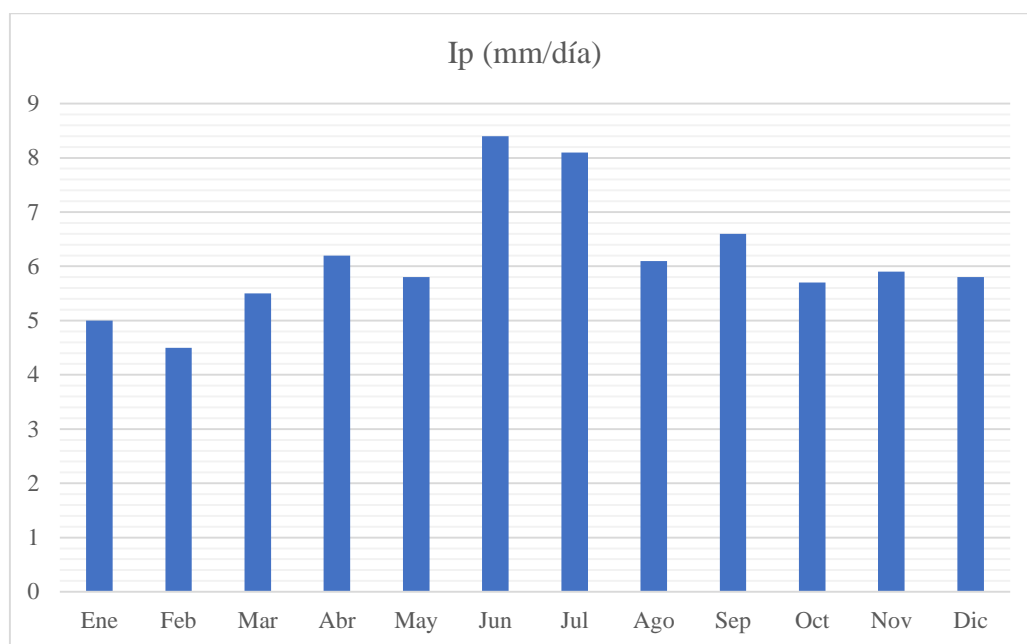
Para el cálculo de la intensidad de precipitaciones (I_p) se determinará con los datos de precipitaciones mensual (mm) y los días medios de lluvias por mes (días).

$$I_p = \frac{R \text{ (precipitación de mes (mm))}}{N(\text{n}^\circ \text{ de días de precipitación})}$$

Tabla 6: Intensidad de precipitaciones mensual (mm/días)

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
5.0	4.5	5.5	6.2	5.8	8.4	8.1	6.1	6.6	5.7	5.9	5.8

Con los datos obtenidos se observa que los meses con más intensidad de precipitación son junio y julio, lo que quiere decir que en estos meses se produce una mayor acción de erosión sobre el suelo, y además el suelo tendrá una capacidad menor de retención de agua. Al contrario, el mes con menor intensidad de precipitación es febrero, donde las precipitaciones están más repartidas.

Gráfica 1: *Intensidad de precipitación (mm/día)*

Como se observa en la gráfica el mes con menor intensidad de precipitación es el febrero seguido por el enero con 4.5 y 5 mm/día respectivamente, lo que quiere decir que en esos dos meses no precipitan muchos mm en función de los días que llueve

3.2.3. TORMENTAS

Las tormentas pueden llegar a ser perjudiciales para los elementos escogidos para la realización del proyecto, dependiendo de cómo sea la tormenta ya que, aparte de precipitaciones con intensidad, pueden venir acompañadas de granizo o vientos fuertes.

Tabla 7: *Número medio mensual/anual de días de tormenta*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
0.0	0.0	0.3	1.4	4.2	4.5	4.1	4.1	1.9	0.6	0.1	0.0	21.6

Como se ve en la tabla, los meses con mayor número de tormentas son mayo y los meses de verano (tormentas de verano).

3.2.4. NIEVE

La nieve es una forma de precipitación que puede resultar beneficiosa para el suelo y para las especies vegetales del proyecto ya que, al quedar retenida en el suelo durante un largo periodo de

tiempo, se produce mayor infiltración en este, formándose a su vez reservas de agua que pueden resultar útiles para las plantas en periodos más complicados. Además, la nieve no causa tanto impacto en el suelo como una lluvia con mucha intensidad, evitando problemas de erosión en el suelo.

Tabla 8: *Número medio mensual/anual de días de nieve*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
1.5	1.4	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	5.0

Como observamos en verano y en el mes de mayo no se producen precipitaciones en forma de nieve, y en otoño prácticamente son nulas también. En los tres meses de invierno se producen prácticamente todas las nieves del año.

3.3. OTROS DATOS CLIMATOLÓGICOS

3.3.1. HELADAS

Las heladas son un factor muy negativo para las especies vegetales, ya que puede provocar graves afecciones a la planta incluso algunas especies pueden llegar a morir. Las heladas también pueden degradar otro tipo de elementos del proyecto.

Las bajas temperaturas son un factor muy determinante a la hora de la elección de las especies vegetales, que deben de adaptarse a la posibilidad de heladas de la zona en concreto.

Tabla 9: *Número medio mensual/anual de días de helada*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
9.5	7.3	2.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.7	6.7	29.2

Como podemos ver, el mes con mayor número de heladas es enero seguido de febrero y diciembre (meses respectivos a la estación de invierno).

3.3.2. NIEBLA

Tabla 10: *Número medio mensual/anual de días de niebla*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
7.2	4.4	1.7	1.4	0.6	0.4	0.2	0.3	0.9	4.1	5.9	7.6	34.6

Al igual que para las heladas, los meses con más niebla son los respectivos a invierno, en este caso el que más tiene es el mes de diciembre, seguido por enero y febrero.

3.3.3. INSOLACIÓN

Tabla 11: *Número medio mensual/anual de horas de sol*

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
105	133	189	198	225	270	312	285	220	164	113	93	2305

La estación con mayores horas de insolación es la de verano, siendo el mes de julio el que mayor número de horas de insolación tiene.

4. APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES FITOCLIMÁTICOS

Los índices fitoclimáticos son relaciones numéricas entre los diferentes elementos del clima, con las que se cuantifican la influencia de este sobre las comunidades vegetales.

La aridez del clima es el aspecto que se encuentra más frecuentemente cuantificado en forma de índices por los distintos autores, por ser un factor limitante para la vida de las comunidades vegetales.

4.1. ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG

$$I = \frac{P(\text{Precipitación anual (mm)})}{T(\text{temperatura media anual})}$$

$$\text{Entonces, } I = \frac{406}{13.9} = \mathbf{29.2}$$

En base a la relación entre el índice de Lang y las zonas climáticas podemos decir que es una zona árida, ya que el valor del índice se encuentra entre 20 y 40.

4.2. ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONE

$$I_m = \frac{P(\text{precipitación anual (mm)})}{(T + 10)}$$

$$\text{Entonces, } Im = \frac{406}{13,9+10} = 16.9$$

El valor proporcionado por este índice nos indica que se corresponde con una zona de estepas y países secos mediterráneos, pues se halla entre 10 y 20.

Para calcular el índice de aridez para cada mes (i), se utiliza la siguiente expresión:

$$i = \frac{12p(\text{precipitación mensual}(mm))}{(t(\text{temperatura media mensual}) + 10)}$$

Con los datos necesarios y aplicando la expresión anterior, obtenemos los siguientes resultados:

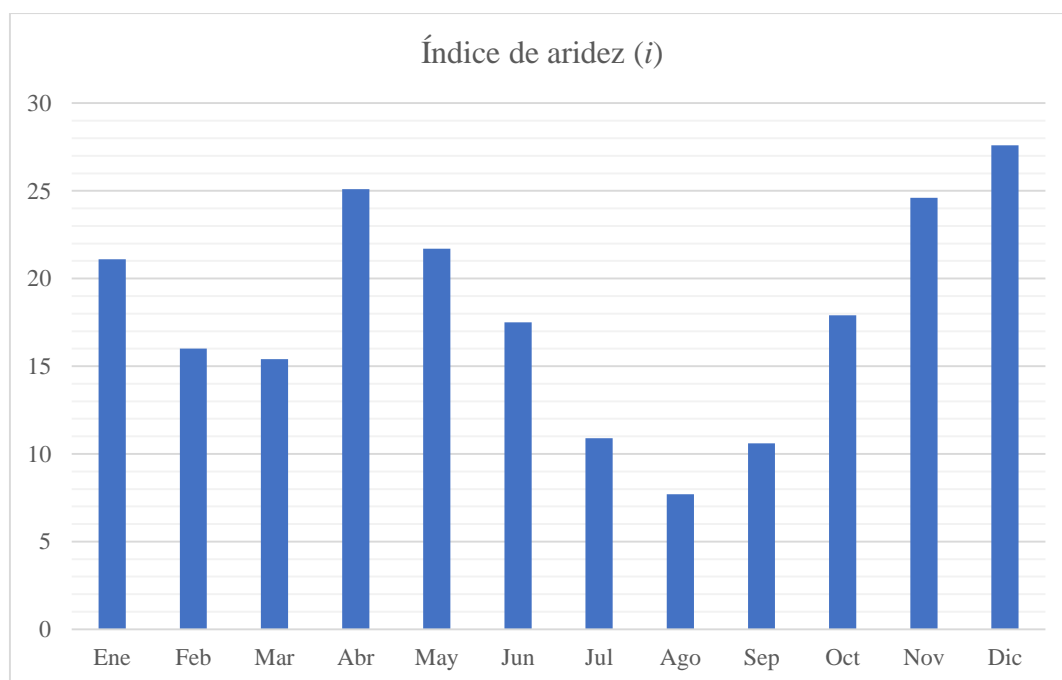
P	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
mm	28	23	26	46	47	44	30	21	26	37	40	38

T ^m	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
°C	5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5

Tabla 12: Índice de aridez para cada mes, i (mm/°C)

Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
21.1	16.0	15.4	25.1	21.7	17.5	10.9	7.7	10.6	17.9	24.6	27.6

Gráfica 2: Índice de aridez, i (mm/°C)



Así, observamos en la gráfica que cuanto más bajo es el índice, más aridez. Por tanto, el mes más árido es agosto, seguido de septiembre y julio.

4.3. ÍNDICE DE DANTIN CEREDA Y REVENGA

$$I = \frac{100t \text{ (temperatura media anual)}}{P(\text{precipitación anual(mm)})}$$

$$\text{Entonces, } I = \frac{100 \times 406}{13.9} = 2.9$$

El índice termopluviométrico está entre 2 y 3 lo que por designación nos coloca en una zona semiárida.

Como resumen de este punto podemos decir que nos encontramos en una zona árida semiárida, de países secos mediterráneos y estepas.

5. APLICACIÓN DE LAS CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS

5.1. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO

Esta se basa en el estudio de las temperaturas, la aridez y los índices xerotérmicos.

5.1.1. TEMPERATURAS

Diferentes tipos de clima pueden ser distinguidos dependiendo de la temperatura. Por lo tanto, para considerar un mes cálido, se deben alcanzar o superar los 20 °C. En los meses templados la temperatura media varía entre los 0-20 °C, y en los meses fríos la temperatura es inferior a 0 °C.

Clase	Condiciones
Grupo 1	$tm_1 > 0$
Cálido	$tm_1 \geq 15$
Templado-cálido	$15 > tm_1 \geq 10$
Templado-medio	$10 > tm_1 > 0$
Grupo 2	$0 \geq tm_1$
Templado-frío	$0 > tm_1 \geq -5$
Frío	$-5 > tm_1$
Grupo 3	$0 > tm_{12}$
Glacial: todos los meses del año con tm negativa.	$0 > tm_{12}$

Así, según la tabla anterior y teniendo en cuenta la clasificación en función de los valores de la temperatura media del mes más frío (grupo 1/2/3), nos encontramos en el grupo 1, pues la temperatura media de enero (mes más frío) es de 5,9 °C, es decir, es superior a 0 °C. Además, dentro del grupo 1, nos situamos en un clima templado-medio.

El mes más frío es enero y su temperatura media de las mínimas es de 2.0 °C, por lo que, según la siguiente tabla:

Tipo invierno	Condiciones
Sin invierno	$t_1 \geq 11^{\circ}\text{C}$
Cálido	$11 > t_1 \geq 7$
Suave	$7 > t_1 \geq 3$
Moderado	$3 > t_1 \geq -1$
Frío	$-1 > t_1 \geq -5$
Muy frío	$-5 > t_1$

Gracias al dato anterior, se puede observar que la zona presenta un invierno moderado ($3 > t_1 > -1$).

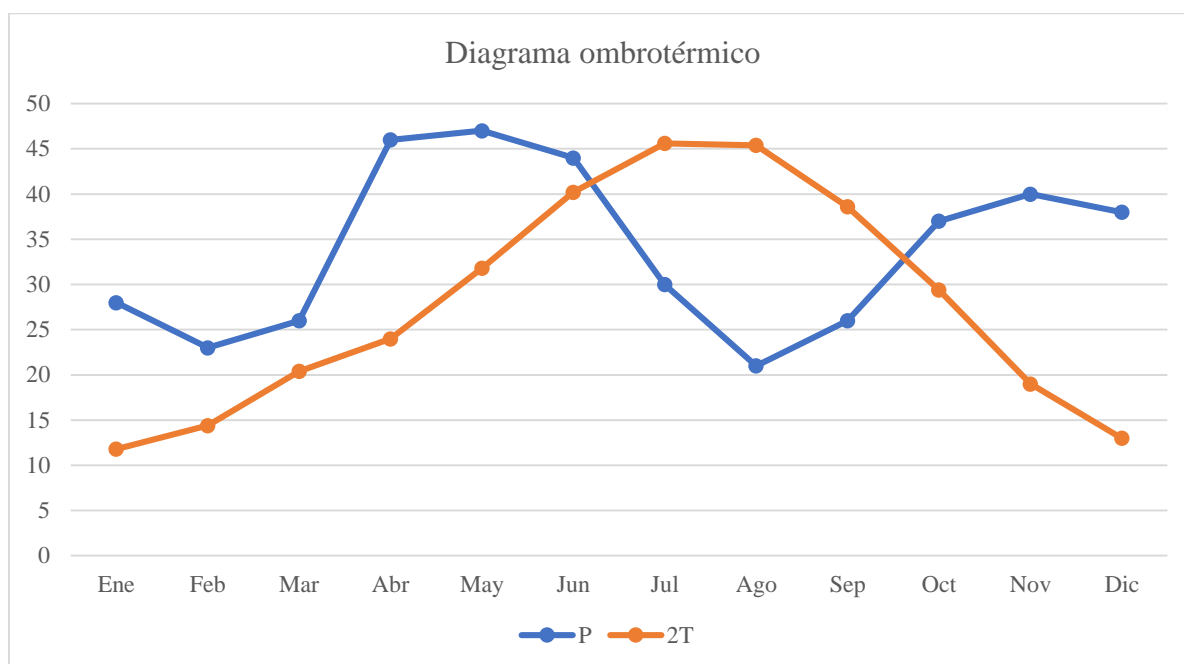
5.1.2. ARIDEZ

La existencia de período o períodos secos se determina mediante el diagrama ombrotérmico de Gaussen.

El diagrama es una gráfica con dos ejes de ordenadas donde se representan los valores de las precipitaciones (P) y de temperaturas medias (T), de forma que $P=2T$, y en abscisas los meses del año. La zona o zonas de la gráfica en las que $P < 2T$ se corresponden con el período o períodos secos.

Tabla 13: Datos para determinar el diagrama ombrotérmico

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P	28	23	26	46	47	44	30	21	26	37	40	38
T	5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5
2T	11.8	14.4	20.4	24.0	31.8	40.2	45.6	45.4	38.6	29.4	19.0	13.0

Gráfica 3: Diagrama ombrotérmico de Gaussen ($P(mm)$ - $2T(^{\circ}C)$)

Así, se puede observar que la curva pluviométrica va por debajo de la térmica en un tramo, lo que indica que hay un periodo seco o xérico bastante amplio.

Los meses secos son julio, agosto y septiembre. En estos meses $P < 2T$ (si no hay período seco no es un clima mediterráneo).

5.1.3. ÍNDICES XEROTÉRMICO MENSUAL, ANUAL Y DEL PERIODO SECO

El índice Xerotérmico mensual (X_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos. Representa los días del mes que no son de lluvia y en menor medida (divididos por dos), que tampoco son de niebla ni de rocío; y está afectado por un coeficiente reductor a medida que la humedad relativa es mayor. Es decir, es un índice de días secos. Se expresa mediante la expresión:

$$X_m = \left[N - \left(P + \frac{b}{2} \right) \right] f$$

N = N.º de días del mes.

P = N.º de días de lluvia durante el mes.

b = N.º de días de niebla (=) + rocío durante el día (R), sumando todos los del mes.

f = factor que depende de la humedad relativa (Hr) media diaria.

Realizando los cálculos para cada mes, se obtendrán los siguientes resultados:

Tabla 14: Datos para determinar el índice xerotérmico mensual

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
N	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
P	5.6	5.1	4.7	7.4	8.0	5.2	3.7	3.4	3.9	6.5	6.7	6.5	
=	7.2	4.4	1.7	1.4	0.6	0.4	0.2	0.3	0.9	4.1	5.9	7.6	
R	0	0	9	0	4	2	0	1	0	2	2	3	
b	7.2	4.4	10.7	1.4	4.6	2.4	0.2	1.3	0.9	6.1	7.9	10.6	
f	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	
Hr	78	72	65	64	62	57	55	58	64	72	77	80	
Xm	17.4	16.6	16.8	17.5	16.6	21.2	24.5	24.3	20.5	17.2	15.5	13.4	221.4

Tabla 15: Factor *f*, que depende de la humedad relativa *Hr*

f	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0
Hr (%)	<40	40-60	60-80	80-90	90-100	100

Según la siguiente tabla de la UNESCO-FAO se determina que, dentro de la subdivisión por aridez en los climas xéricos, es de tipo **subdesértico atenuado** ya que hay un periodo xérico cuya condición está entre valores $250 \geq x > 200$, siendo de 221,4.

Xéricos	los meses con $P_i < 2 \cdot I_m$ son consecutivos
Desértico	$X > 300$
Subdesértico acentuado	$300 \geq X > 250$
Subdesértico atenuado	$250 \geq X > 200$
Xeromediterráneo	$200 \geq X > 150^*$
Termomediterráneo acentuado	$150 \geq X > 125^*$
Termomediterráneo atenuado	$125 \geq X > 100^*$
Mesomediterráneo acentuado	$100 \geq X > 75^*$
Mesomediterráneo atenuado	$75 \geq X > 40^*$
Submediterráneo	$40 \geq X > 0^*$
Tropical acentuado	$200 \geq X > 150^{**}$
Tropical medio	$150 \geq X > 100^{**}$
Tropical atenuado	$100 \geq X > 40^{**}$
Tropical de transición	$40 \geq X > 1^{**}$

5.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

La clasificación de Thornthwaite (1949) ha sido ampliamente asumida dadas las aportaciones de su autor al edafoclima e hidrología, desde una perspectiva geográfica.

Basada en la consideración de la eficacia térmica, dada por la ETP del mismo autor, y la humedad disponible, expresada como índices de humedad y de aridez a partir del balance hídrico. El autor utiliza sus trabajos previos en la estimación de la ETP y el balance de humedad del suelo. Supone un gran avance respecto a otras clasificaciones ya que parte del clima que afecta al suelo y a la planta, es decir, la evaporación, la transpiración y el agua disponible en el suelo; en vez de medias mensuales de parámetros meteorológicos clásicos.

Esta clasificación define unos tipos según la humedad (representados por letras mayúsculas) y su variación estacional (letras minúsculas), y otros tipos según la eficacia térmica (letras mayúsculas con comilla) y su concentración estival (letras minúsculas con comilla).

La fórmula empleada para caracterizar un clima, según Thornthwaite, está compuesta por cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, se refieren al índice de humedad y a la eficacia térmica de la zona, respectivamente. La tercera y cuarta letra, minúsculas, corresponden a la variación estacional de la humedad y la concentración térmica en verano, respectivamente.

Los datos climáticos que se necesitan para utilizar esta clasificación son:

- Temperatura media mensual.
- Precipitaciones mensuales.
- Latitud del lugar.

5.2.1. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HUMEDAD. BALANCE DEL AGUA

La evapotranspiración (ETP) es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Para calcularla, se debe hallar la evapotranspiración sin ajustar, que corresponde a los valores calculados para meses ficticios de 30 días y 12 horas de insolación diaria. Se corresponde con esta expresión:

$$e = 1,6 \left(\frac{10t(t^a \text{ media mensual})}{I(\text{índice de calor anual de la zona})} \right)$$

Para la obtención del índice de calor anual de la zona, hay que determinarlo de manera mensual a través de la siguiente tabla de la Evapotranspiración Potencial según Thornthwaite.

Tabla 16: Índice de calor mensual y anual

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
T (°C)	5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5	
I	1.28	1.74	2.94	3.76	5.76	8.22	9.95	9.88	7.73	5.12	2.64	1.49	60.51

tm(°C)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
1	0.09	0.1	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.2	0.21	0.23
2	0.25	0.27	0.29	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.42	0.44
3	0.46	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58	0.61	0.63	0.66	0.69
4	0.71	0.74	0.77	0.8	0.82	0.85	0.88	0.91	0.94	0.97
5	1	1.03	1.06	1.09	1.12	1.16	1.19	1.22	1.25	1.28
6	1.32	1.35	1.38	1.42	1.45	1.49	1.52	1.56	1.59	1.63
7	1.66	1.7	1.74	1.77	1.81	1.85	1.88	1.92	1.96	2
8	2.04	2.08	2.11	2.15	2.19	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39
9	2.43	2.48	2.52	2.56	2.6	2.64	2.68	2.73	2.77	2.81
10	2.86	2.9	2.94	2.99	3.03	3.07	3.12	3.16	3.21	3.25
11	3.3	3.34	3.39	3.44	3.48	3.53	3.58	3.62	3.67	3.72
12	3.76	3.81	3.86	3.91	3.96	4	4.05	4.1	4.15	4.2
13	4.25	4.3	4.35	4.4	4.45	4.5	4.55	4.6	4.65	4.7
14	4.75	4.8	4.86	4.91	4.96	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22
15	5.28	5.33	5.38	5.44	5.49	5.55	5.6	5.65	5.71	5.76
16	5.82	5.87	5.93	5.98	6.04	6.1	6.15	6.21	6.26	6.32
17	6.38	6.43	6.49	6.55	6.61	6.66	6.72	6.78	6.84	6.9
18	6.95	7.01	7.07	7.13	7.19	7.25	7.31	7.37	7.43	7.49
19	7.55	7.61	7.67	7.73	7.79	7.85	7.91	7.97	8.03	8.1
20	8.16	8.22	8.28	8.34	8.41	8.47	8.53	8.59	8.66	8.72
21	8.78	8.85	8.91	8.97	9.04	9.1	9.16	9.23	9.29	9.36
22	9.42	9.49	9.55	9.62	9.68	9.75	9.81	9.88	9.95	10.01
23	10.08	10.15	10.21	10.28	10.35	10.41	10.48	10.55	10.61	10.68
24	10.75	10.82	10.89	10.95	11.02	11.09	11.16	11.23	11.3	11.37
25	11.44	11.5	11.57	11.64	11.71	11.78	11.85	11.92	11.99	12.06
26	12.13	12.21	12.28	12.35	12.42	12.49	12.56	12.63	12.7	12.78

A partir de los valores obtenidos para el índice de calor mensual mediante la tabla anterior, obtenemos los siguientes resultados correspondientes a la ETP sin ajustar:

Tabla 17: Resultados de la ETP sin la aplicación del factor de correlación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
e	1.56	1.90	2.70	3.17	4.20	5.31	6.03	6.00	5.10	3.89	2.51	1.72

Para obtener la ETP ajustada, se debe utilizar los coeficientes de correlación de la evapotranspiración, determinados a partir de la latitud mediante la siguiente tabla:

LAT. N.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
27	0,92	0,88	1,03	1,07	1,16	1,15	1,18	1,13	1,02	0,99	0,90	0,90
28	0,91	0,88	1,03	1,07	1,16	1,16	1,18	1,13	1,02	0,98	0,90	0,90
29	0,91	0,87	1,03	1,07	1,17	1,16	1,19	1,13	1,03	0,98	0,90	0,89
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
36	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84
37	0,86	0,84	1,03	1,10	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83
38	0,85	0,84	1,03	1,10	1,23	1,24	1,25	1,17	1,04	0,96	0,84	0,83
39	0,85	0,84	1,03	1,11	1,23	1,24	1,26	1,18	1,04	0,96	0,84	0,82
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
41	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,80
42	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19	1,04	0,95	0,82	0,79
43	0,81	0,82	1,02	1,12	1,26	1,28	1,29	1,20	1,04	0,95	0,81	0,77
44	0,81	0,82	1,02	1,13	1,27	1,29	1,30	1,20	1,04	0,95	0,80	0,76

La latitud en este caso es de 42° 27' 06", por lo que en la tabla escogemos el 42.

Mediante los valores de los coeficientes de correlación, se procede a la obtención de la ETP ya ajustada:

$$ETP = e \times \text{coeficiente de corrección (cc)}$$

Tabla 18: Resultados de la ETP aplicando el factor de correlación

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
e	156.	1.90	2.70	3.17	4.20	5.31	6.03	6.00	5.10	3.89	2.51	1.72	
cc	0.82	0.83	1.03	1.12	1.26	1.27	1.28	1.19	1.04	0.95	0.82	0.79	
ETP	1.28	1.58	2.78	3.55	5.30	6.75	7.72	7.14	5.31	3.69	2.06	1.36	48.52

Una vez calculada la ETP, se procede a realizar el cuadro de “Balance de agua en el suelo”.

Tabla 19: Balance de agua en el suelo

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P	28	23	26	46	47	44	30	21	26	37	40	38
ETP (mm)	12.8	15.8	27.8	35.5	53.0	67.5	77.2	71.4	53.1	36.9	20.6	13.6
T	5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5
2T	11.8	14.4	20.4	24.0	31.8	40.2	45.6	45.4	38.6	29.4	19.0	13.0
Ri	59.1	66.3	0	10.5	0	0	0	0	0	0.1	19.5	43.9
VR	15.2	7.2	-1.8	10.5	-6.0	-23.5	-47.2	-50.4	-27.1	0.1	19.4	24.4
Ri-1+Pi	71.9	82.1	92.3	46.0	57.5	44.0	30.0	21.0	26.0	37.0	40.1	57.5
ETA	12.8	15.8	27.8	35.5	53.0	67.5	30.0	21.0	26.0	36.9	20.6	13.6
D	0	0	0	0	0	0	47.2	50.4	27.1	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Drenaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P = Precipitación media mensual.

ETP = Evapotranspiración potencial.

T = Temperatura media mensual.

Ri = Reserva del suelo.

VR = Variación de la reserva.

ETA = Evapotranspiración real.

D = Déficit de agua.

E = Exceso de agua.

Los datos anuales serán:

Tabla 20: Datos anuales a emplear

Precipitación (mm)	406
ETP (mm)	485.2
Déficit de agua (mm)	124.7

5.2.2. ÍNDICE DE HUMEDAD: FALTA Y EXCESO DE HUMEDAD

Estos índices de falta y exceso de humedad pueden ser, determinados con el dato obtenido en el apartado anterior de la ETP, y utilizando la siguiente expresión para el índice de exceso de humedad:

$$Ie = \frac{E(\text{exceso de agua anual})}{ETP(\text{anual})} \times 100$$

Como el exceso de agua anual es 0, el índice de exceso de humedad tendrá un valor de cero.

El índice de falta de humedad se calculará con la siguiente expresión:

$$Id = \frac{D(\text{déficit de agua anual})}{ETP(\text{anual})} \times 100$$

$$Id = \frac{124.7}{485.2} \times 100 = 25.7 \%$$

El índice de humedad de Thornthwaite, se calculará:

$$Ih = Ie - 0,6 \times Id$$

$$Ih = 0 - 0,6 \times 25.7 = -15.42$$

Según el valor obtenido del Ih y analizando la siguiente tabla:

Tipo	Descripción	Condiciones
E	Árido	$-40 \geq Ih > -60$
D	Semiárido	$-20 \geq Ih > -40$
C1	Seco subhúmedo	$0 \geq Ih > -20$
C2	Subhúmedo	$20 \geq Ih > 0$
B1	Húmedo	$40 \geq Ih > 20$
B2		$60 \geq Ih > 40$
B3		$80 \geq Ih > 60$
B4		$100 \geq Ih > 80$
A	Perhúmedo	$Ih > 100$

Se puede afirmar que la zona analizada pertenece al tipo climático C1, es decir, **seco subhúmedo**, ya que posee las condiciones: $0 \leq Ih \leq -20$.

5.2.3. DETERMINACIÓN DE LA EFICACIA TÉRMICA

La ETP es un índice de eficacia térmica. La suma de todas las ETP mensuales en mm sirve de índice de la eficacia térmica del clima a analizar. Según el siguiente cuadro:

Tipos	Descripción	Condiciones
E'	Helada	$142 \geq ETP$
D'	Tundra	$285 \geq ETP > 142$
C'1	Microtémico	$427 \geq ETP > 285$
C'2		$570 \geq ETP > 427$
B'	Mesotémico	$712 \geq ETP > 570$
B'		$855 \geq ETP > 712$
B'		$997 \geq ETP > 855$
B'		$1140 \geq ETP > 997$
A'	Megatémico	$ETP >$

Observamos que la zona estudiada se corresponde con el clima **microtémico (C1)**, pues cumple la condición $570 \geq ETP \geq 427$ (valor=485.2 mm).

5.2.4. DETERMINACIÓN DEL VALOR DE HUMEDAD

Como la zona pertenece al grupo C1 sabemos que es un clima seco. Queremos determinar si, en este clima seco, existe período húmedo. Para ello utilizaremos el siguiente cuadro:

b) Climas secos (C₁, D y E)

I_E	Tipos climáticos	Sigla
$10 > I_E \geq 0$	Nulo o pequeño exceso de humedad	d
$20 > I_E \geq 10$	Moderado exceso de humedad	En verano s
"	"	En invierno w
$I_E \geq 20$	Gran exceso de humedad	En verano s ₂
"	"	En invierno w ₂

Así, observamos que, en dicho clima seco, hay **nulo o pequeño exceso de humedad d)**

5.2.5. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN TÉRMICA EN VERANO

$$ETP_{\text{verano}}(\%) = \frac{100 \times ETP_{\text{verano}}}{ETP}$$

$$ETP_{\text{verano}} = \frac{100 \times 216.1}{485.2} = 44.5 \%$$

Aplicando la fórmula anterior, el valor del índice de la concentración térmica en verano es tipo a', es decir, posee una baja concentración térmica ya que su valor es menor que 48 %.

5.2.6. CONCLUSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

El clima estudiado se representa con la siguiente fórmula climática: **C₁C₂' d a'**.

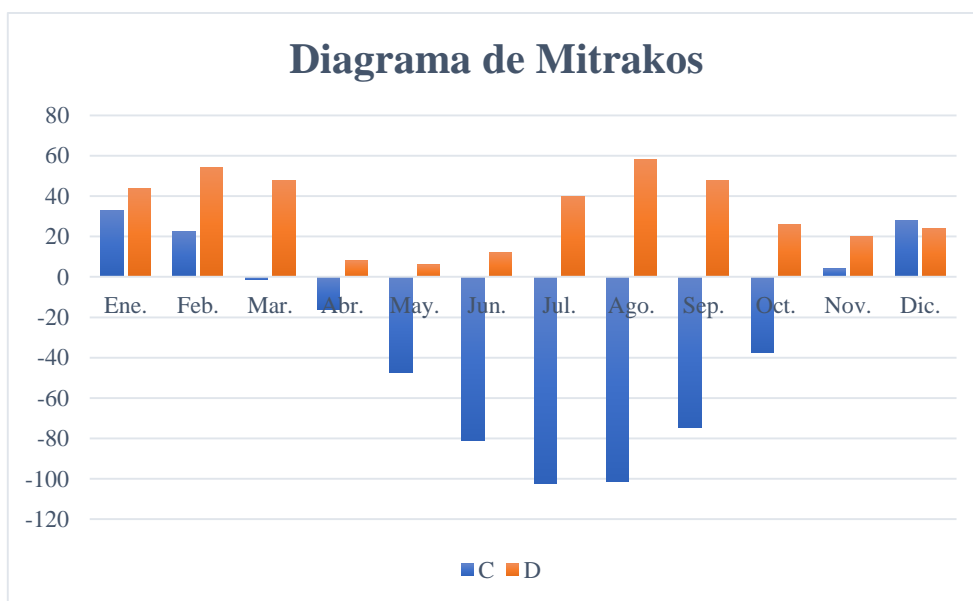
Clima seco subhúmedo, segundo microtérnico, con exceso de agua (humedad) pequeño o nulo invierno y bastante alta concentración de la eficacia térmica durante el verano.

6. DIAGRAMA DE MITRAKOS

Mediante este diagrama se pone de manifiesto los meses en que las plantas sufren estrés térmico (por frío) como hídrico. Primero se calcula: $C=8*(10 - T)$, donde T=temperatura media de las mínimas. Después se calcula: $D=2*(50 - P)$, donde P=precipitación mensual.

Tabla 21: Temperatura media mensual (°C)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
T (°C)	5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5
P (mm)	28	23	26	46	47	44	30	21	26	37	40	38
C	32,8	22,4	-1,6	-16	-47,2	-80,8	-102,4	-101,6	-74,4	-37,6	4	28
D	44	54	48	8	6	12	40	58	48	26	20	24



Con el diagrama de Mitrakos observamos los meses en los que las plantas sufren estrés térmico e hídrico. Como era de esperar, los meses con mayor intensidad de estrés hídrico se dan tanto en los dos períodos secos. Por otro lado, con este mismo diagrama podemos ver el estrés térmico por frío que sufren las plantas, obviamente es más intenso en los meses de invierno y verano.

ANEJO 2

ESTUDIO EDAFOLÓGICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	RESULTADO DEL ANÁLISIS	2
3.	INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	3
3.1.	PROPIEDADES FÍSICAS	3
3.1.1.	TEXTURAS	3
3.1.2.	ESTRUCTURA.....	5
3.1.3.	PROFUNDIDAD	5
3.1.4.	CAPACIDAD DE CAMPO	5
3.1.5.	PUNTO DE MARCHITEZ.....	6
3.1.6.	AGUA ÚTIL	6
3.2.	PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	6
3.2.1.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	7
3.2.2.	ALCALINIDAD	7
3.3.	PROPIEDADES QUÍMICAS	8
3.3.1.	MATERIA ORGÁNICA.....	8
3.3.2.	CONTENIDO EN CARBONATOS	9
3.3.3.	CONTENIDO EN CALIZA ACTIVA.....	9
3.3.4.	CAPACIDAD TOTAL DE CAMBIO	10
3.3.5.	FÓSFORO.....	10
3.3.6.	POTASIO	11
3.3.7.	MAGNESIO.....	11
3.3.8.	CALCIO.....	12
4.	CONCLUSIÓN	13

1. INTRODUCCIÓN

El suelo, constituye la estructura fundamental para el correcto desarrollo de toda la planta, ya que es el soporte físico y fuente de todos los nutrientes que la planta extraerá para su crecimiento.

En este anejo se obtendrán y se analizarán las características que posee el suelo de la zona determinada del proyecto. Para ello se estudiarán las características físicas y químicas del suelo teniendo en cuenta los datos proporcionados por el Laboratorio Regional de La Grajera.

Este análisis se tendrá en cuenta a la hora de la realización del proyecto, sobre todo a la hora de la elección de los ejemplares vegetales a emplear, pero también para la realización de cualquier otra labor en el suelo.

La toma de muestras se lleva a cabo con la recogida de suelo en diferentes puntos del terreno, en función de su homogeneidad y de la exactitud que requiera el análisis. Para una correcta realización del muestreo, primero se debe limpiar los residuos de la zona de la muestra. El muestreo se realizará con una pala o azada en diferentes puntos aleatoriamente, realizando un pequeño hoyo en forma de V de unos 20 – 30 cm de profundidad. Posteriormente se limpia el fondo y se corta una rebanada fina, despreciando los bordes y recogiendo únicamente la parte central. Por último, se mezclan todas las muestras, se desterronan y se preparan para el laboratorio.

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS

Los datos reflejados a continuación han sido proporcionados por Laboratorio Regional de La Grajera.

	MUESTRA	UNIDADES	MÉTODO
ANÁLISIS FÍSICO			
Arena	49.4	%	Difractometría Láser
Limo	38.8	%	Difractometría Láser
Arcilla	11.8	%	Difractometría Láser
ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO			
pH 1/5 (en agua)	8.3		Potenciometría
Conductividad (25°C; 1/5)	0.16	milimhos/cm	Potenciometría
ANÁLISIS QUÍMICO			
Materia orgánica oxidable	0.64	%	Met/QP/Suelos/2 (Volumetría)
Aluminio	68.9	ppm	Mehlich 3 E ICP

Calcio	12323	ppm	Mehlich 3 E ICP
Calcio asimilable	8.6	meq/100 g suelo	Cohex e ICP
Caliza activa	3.8	%	OXNH ₄ y Gasometría
Capacidad total de cambio	8.0	meq/100 g suelo	Cohex y Espectrofotometría
Carbonatos (CO ₃ CA)	9.8	%	Infrarrojos
Cobre	9.79	ppm	Mehlich 3 E ICP
Fósforo	54.3	ppm	Mehlich 3 E ICP
Hierro	67.3	ppm	Mehlich 3 E ICP
Magnesio asimilable	0.55	meq/100 g suelo	Cohex e ICP
Magnesio	158	ppm	Mehlich 3 E ICP
Manganeso	94.0	ppm	Mehlich 3 E ICP
Plomo	19.8	ppm	Mehlich 3 E ICP
Potasio	169	ppm	Mehlich 3 E ICP
Sodio	16.4	ppm	Mehlich 3 E ICP
Sulfatos	79	ppm SO ₄	Mehlich 3 E ICP
Zinc	1.69	ppm	Mehlich 3 E ICP

3. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

3.1. PROPIEDADES FÍSICAS

3.1.1. TEXTURAS

La textura del suelo o composición granulométrica del suelo es la proporción en la que se encuentran distribuidas las partículas elementales que pueden conformar un sustrato. Según sea el tamaño de las partículas que forman el suelo, se clasificará en tres grupos (arena, limo y arcilla). Según la USDA estos grupos se diferencian de la siguiente manera:

- Arena: > 2 mm
- Limo: 2.00 – 0.02 mm
- Arcilla: < 0.002 mm

Este aspecto es muy importante ya que va a ser determinante en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular de las plantas. Además, el tamaño de las partículas que forman un suelo va a ser determinante en sus propiedades físicas (textura, estructura, porosidad y color).

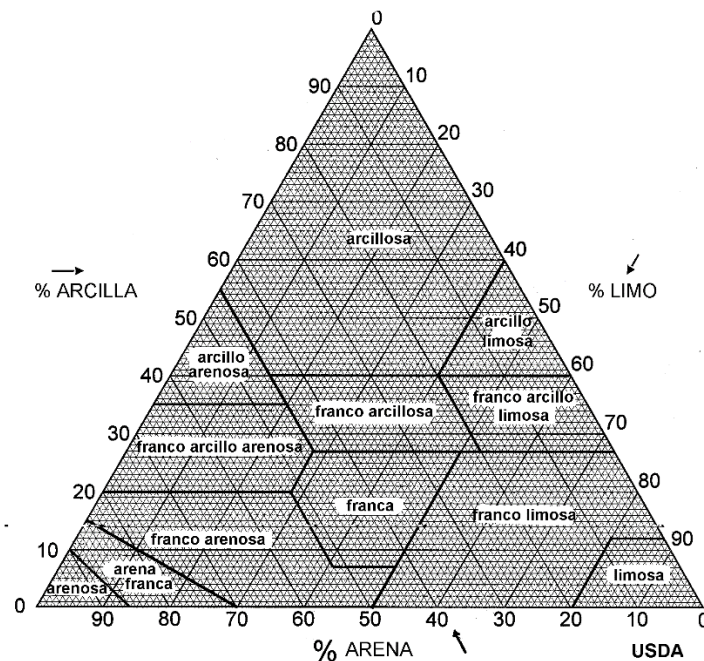
Se diferencian tres tipos de suelos básicos:

- Arenosos: son más fáciles de trabajar ya que están más sueltos por estar formados por partículas de mayor tamaño. Como inconveniente destaca que tienen pocas reservas de nutrientes que se puedan aprovechar para las plantas.
- Limosos: son los suelos que poseen un tamaño de partícula intermedio por lo que también son fáciles de trabajar. Además, son suelos fértiles.
- Arcillosos: suelos con partículas muy finas, por lo que se pueden llegar a saturar de agua y formar barro. No drenan ni desecan fácilmente y son difíciles de trabajar. Su principal ventaja es que son suelos fértiles con buenas reservas de nutrientes aprovechables.

Según los datos proporcionados de nuestra zona en cuestión, se va a clasificar el suelo donde se realizará el proyecto, a partir de los contenidos en arenas, arcillas y limos.

- Arena: 49.4 %
- Limo: 38.8 %
- Arcilla: 11.8 %

Triángulo de texturas (ISSS):



A partir del triángulo de texturas y de los porcentajes reflejados anteriormente se determina que el suelo es **franco**, muy aproximado a franco-arenoso.

3.1.2. ESTRUCTURA

La estructura de un suelo se define como la ordenación de las partículas minerales individuales para formar componentes de mayor tamaño, los cuales se van a unir con interacciones entre las cargas eléctricas de las arcillas y humus (complejo arcillo-húmico).

Se diferencia los siguientes tipos de estructuras:

- Laminar: las unidades que lo agregan tienen forma aplanada, donde las raíces, el agua y el aire penetrarán con dificultad.
- Prismática: las unidades que lo agregan presentan todas las caras planas en forma de prisma, siendo características de suelos arcillosos.
- Columnar: similar a la anterior, pero con las bases de los prismas redondeadas. Se caracteriza por ser típica de suelos con edad avanzada.
- Poliédrica: las unidades que lo agregan tienen forma poliédrica.
- Granular: las unidades que lo agregan son esferas imperfectas (1 – 10mm). Hay espacios por donde se introduce el aire y el agua.

La estructura de la zona del proyecto tiene una estructura **granular**.

3.1.3. PROFUNDIDAD

La determinación de la profundidad del suelo es muy importante, ya que condiciona la vegetación de la zona, debido a que dicha profundidad limitará el espacio radicular, y a su vez la disponibilidad de agua y nutrientes. Por ello, un suelo profundo tendrá una adecuada reserva de agua y nutrientes, pero un suelo con poca profundidad tendrá una menor reserva.

Por lo tanto, para las zonas donde se va a emplear césped no se necesitará un suelo muy profundo. En cambio, para plantar un ejemplar arbóreo es necesario una zona con cierta profundidad de suelo, para que estos puedan enraizar adecuadamente.

3.1.4. CAPACIDAD DE CAMPO

La capacidad de campo de un suelo indica la cantidad máxima de agua que el suelo es capaz de retener una vez este se ha saturado y por lo tanto haya dejado de drenar libremente. Esta dependerá del tamaño de los macroporos.

Para su determinación, se emplea la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} CC &= (0.48 \times \% \text{ arcilla}) + (0.162 \times \% \text{ limo}) + (0.023 \times \% \text{ arena}) + 2.63 \\ &= 0.48 \times 11.8 + 0.162 \times 38.8 + 0.023 \times 49.4 + 2.63 = 15.716 \end{aligned}$$

La capacidad de campo del suelo será de **15.716 %**

3.1.5. PUNTO DE MARCHITEZ

El punto de marchitez es la tensión máxima que puede realizar un cultivo para extraer agua del suelo. A partir de ese punto, la planta no puede absorber más agua del suelo pudiendo sufrir un marchitamiento a partir de ese punto en cuestión.

Para su determinación, se emplea la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} PM &= (0.302 \times \% \text{ arcilla}) + (0.102 \times \% \text{ limo}) + (0.0147 \times \% \text{ arena}) \\ &= (0.302 \times 11.8) + (0.102 \times 38.8) + (0.0147 \times 49.4) = 8.247 \end{aligned}$$

El punto de marchitez del suelo será de **8.247 %**

3.1.6. AGUA ÚTIL

El agua útil del suelo se define como la parte del agua que hay retenida en el suelo y que esté disponible para que la planta pueda utilizarla. Se calcula como la diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez

$$AU = CC - PM = 15.716 - 8.247 = 7.469$$

Por lo tanto, el agua útil que encontraremos en el suelo es del **7.469 %**

3.2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

3.2.1. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica del suelo es una propiedad que mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica gracias a las sales del suelo, considerando una medida indirecta de la salinidad, expresándose en milimhos/cm.

Los niveles de salinidad se indican en la siguiente tabla:

C.E. mmhos/cm	CLASIFICACIÓN
<0.35	NO SALINO
0.35-0.65	LIGERAMENTE SALINO
0.65-1.15	SALINO
>1.15	MUY SALINO

Teniendo en cuenta la tabla representada anteriormente y el dato de conductividad obtenido (0.16 mmhos/cm) el suelo de la zona del proyecto se podría afirmar que es un suelo **no salino**. Por ello, habrá más facilidad a la hora de la elección de especies, ya que es un factor con el que aparecen restricciones si el suelo tiene una mayor conductividad.

Se puede calcular la cantidad de sales totales a partir de la conductividad eléctrica:

$$ST = 0.64 \times CE$$

$$ST = 0.64 \times 0.16 = 0.1024 \text{ g/L}$$

La cantidad de sales totales del suelo es de 0.1024 gramos de sales / litro de suelo.

3.2.2. ALCALINIDAD

La alcalinidad del suelo se expresa a través del pH de este, que hace referencia a la concentración de iones de hidrógeno disociados en la solución del suelo.

Clasificación de la alcalinidad del suelo:

pH	CLASIFICACIÓN
< 5.5	Muy ácido
5.6-6.5	Ácido
6.6-7.5	Neutro
7.6-8.5	Básico

>8.6	Muy básico
------	------------

El pH del suelo es de 8.3, por lo que se trata de un suelo **básico**, por lo que su alcalinidad será moderada.

3.3. PROPIEDADES QUÍMICAS

3.3.1. MATERIA ORGÁNICA

Los componentes orgánicos aparecen de manera natural en el suelo debido a la actividad que realizan los seres vivos, y está constituida por una mezcla de microorganismos y residuos vegetales y animales. Por ello, la cantidad de materia orgánica que haya en un suelo dependerá del material vegetal, la textura y el pH del suelo.

Características de un suelo con un contenido moderado de materia orgánica:

- Proporción de nutrientes al suelo.
- Aumento de la capacidad total de cambio.
- Favorecer la absorción de nutrientes.
- Favorecer la formación de una buena estructura.
- Favorecer la aireación del suelo.
- Aumento de la capacidad de retención de agua.
- Protección frente a la erosión.
- Favorece un aumento de la fauna y microfauna del suelo.

Clasificación de los niveles de materia orgánica del suelo en función de su textura:

% MATERIA ORGÁNICA			CLASIFICACIÓN	INTERPRETACIÓN
ARENOSO	FRANCO	ARCILLOSO		
<0.7	<1.0	<1.2	Muy bajo	Muy mineralizado
0.7-1.2	1.0-1.5	1.2-1.7	Bajo	Mineralizado
1.2-1.7	1.5-2.0	1.7-2.2	Normal	Mineral-orgánico
1.7-2.2	2.0-2.5	2.2-3.0	Alto	Orgánico
>2.2	>2.5	>3.0	Muy alto	Muy orgánico

El contenido de materia orgánica del suelo es de 0.64 %, por lo que el nivel de materia orgánica del suelo es muy bajo, por lo tanto, es un suelo **muy mineralizado**.

3.3.2. CONTENIDO EN CARBONATOS

La presencia de carbonatos en el suelo resulta beneficiosa para una buena estructura del suelo y para la actividad microbiana del suelo, debido a que el calcio es un catión floculante. Estos carbonatos representan la mayor parte de aportaciones de calcio para las plantas. Pero una presencia muy elevada de ellos puede provocar antagonismos con otros elementos.

Clasificación del suelo según el contenido de carbonatos:

% CARBONATOS	CLASIFICACIÓN
0-5	Muy bajo
5.1-10	Bajo
10.1-20	Normal
20.1-40	Alto
>40	Muy alto

El contenido en carbonatos del suelo es de 9.8 % por lo que se trata de un suelo con contenido **bajo** en carbonatos, muy próximo a un nivel medio.

3.3.3. CONTENIDO EN CALIZA ACTIVA

La caliza activa es la fracción más fina de caliza, por lo que al ser más fina será más activa químicamente.

Su determinación tiene gran importancia ya que un contenido muy alto en caliza activa puede producir inmovilizaciones de elementos nutritivos, o interferir en la asimilación del hierro (clorosis férrica). Por el contrario, un contenido muy bajo de caliza activa puede provocar una deficiencia de este elemento por lo que la planta se desarrollará mal.

Clasificación del suelo según el contenido en caliza activa:

% CALIZA ACTIVA	CLASIFICACIÓN
<6	Bajo
6-9	Medio
>9	Alto

El contenido de caliza activa del suelo es de 3.8 %, por ello hay un contenido **bajo** de caliza activa.

3.3.4. CAPACIDAD TOTAL DE CAMBIO

La capacidad total de cambio del suelo se define como la cantidad máxima de cationes intercambiables que pueda retener el suelo, y este complejo de cambio estará saturado cuando el suelo se encuentre ocupado por cationes básicos, desplazando al H^+ y al Al^{3+} .

Esta capacidad total de cambio va a depender del contenido de arcillo y de materia orgánica que haya en el suelo, en otras palabras, va a depender del complejo arcillo – húmico, el cual es clave en la estructura y cantidad de nutrientes que tenga el suelo.

Clasificación del suelo según la capacidad total de cambio del suelo:

CTC (meq/100g suelo)	CLASIFICACIÓN
<6	Muy débil
6-10	Débil
10-20	Normal
20-30	Elevada

La capacidad total de cambio es de 8.0 meq/100g de suelo, por lo que el suelo es **débil** en función de su CTC.

3.3.5. FÓSFORO

El fósforo en el suelo es un elemento esencial para el desarrollo de cualquier planta, aunque sus necesidades son pequeñas. El fósforo no se encuentra de manera libre en el suelo, sino que aparece en forma de fosfatos.

Clasificación del suelo en función de la cantidad de fósforo:

FÓSFORO (ppm)	CLASIFICACIÓN
$P < 5$	Pobre
$5 \leq P < 10$	Medio
$P \geq 10$	Rico

La cantidad de fósforo es de 54.3 ppm por lo que es un suelo **rico** en fósforo.

3.3.6. POTASIO

El potasio es uno de los elementos básicos para el funcionamiento de una planta, ya que forma parte de muchas estructuras en el interior de la planta. El contenido en potasio asimilable hace referencia al contenido de potasio en estado soluble y en la posición de intercambio. Además, regula varias funciones en las plantas como la fotosíntesis favoreciendo la producción de carbohidratos.

Clasificación del suelo en función de la cantidad de potasio:

POTASIO (ppm)	CLASIFICACIÓN
$K < 50$	Muy pobre
$50 \leq K < 100$	Pobre
$100 \leq K < 150$	Medio
$K \geq 150$	Rico

La cantidad de potasio es de 169 ppm, por lo que es un suelo **rico** en potasio.

3.3.7. MAGNESIO

El magnesio es un elemento indispensable para cualquier planta ya que es un componente de la clorofila, que a su vez interviene en la fotosíntesis. Actúa en la formación de grasas, proteínas y vitaminas, y aumentando la resistencia a la sequía y a las enfermedades.

Un déficit de magnesio en el suelo provoca una reducción de la fotosíntesis, provocando un amarillamiento de las hojas más viejas, limitando el sistema radicular y reduciendo la capacidad de fructificación.

El magnesio no es tan necesario como el potasio, pero es importante mantener un equilibrio entre las proporciones de ambos, ya que son elementos antagonistas.

La cantidad de magnesio del suelo es de 158 ppm.

Relación potasio – magnesio (K/Mg):

K/Mg (Valor)	CLASIFICACIÓN
<0.2	Carencia K
0.2 – 0.5	Correcto
>0.5	Carencia Mg

La relación K/Mg es de 1.07 por lo que hay una carencia de magnesio en el suelo.

3.3.8. CALCIO

El calcio es otro de los elementos esenciales del suelo para la planta, ya que interviene en el crecimiento de las raíces y en la absorción de nutrientes, participa en la actividad enzimática, elimina los ácidos formados en el metabolismo de las plantas, interviene en el transporte de proteínas y carbohidratos y aporta resistencia a los tejidos vegetales.

Un déficit en calcio puede producir una parada radicular, provocando una clorosis en las hojas más jóvenes.

El calcio también es un elemento antagonista del magnesio por lo que hay que mantener un equilibrio entre las proporciones de calcio y magnesio.

La cantidad de calcio del suelo es de 12323 ppm.

Clasificación del suelo según el calcio asimilable:

Ca (meq/100 g suelo)	CLASIFICACIÓN
<4.5	Muy bajo
4.5 – 9	Bajo
9 – 10.5	Medio
10.5 – 12	Alto
>12	Muy alto

El calcio asimilable por el suelo será de 8.6 meq/100 g suelo, por lo que su nivel será **medio-bajo**.

Relación calcio – magnesio (Ca/Mg):

K/Mg (Valor)	CLASIFICACIÓN
5	Correcto
>10	Carencia Mg

La relación Ca/Mg es de 77.99, por lo que hay una carencia de magnesio en el suelo, como ya se había determinado anteriormente.

4. CONCLUSIÓN

- Se trata de un suelo franco, muy próximo a la categoría de franco – arenoso y una estructura granular, por lo que tendrá una buena capacidad de drenaje y las raíces crecerán sin dificultad. Esto será beneficioso, por ejemplo, a la hora de la plantación de césped natural ya que un suelo más arcilloso provocaría un encharcamiento excesivo no dejando respirar a las raíces y favoreciendo la aparición de hongos o enfermedades.
- La CC obtenida es de 15.716 %, que significa que 100 g de tierra seca retendrán 15.716 g de agua. El PM es de 8.247 %, que quiere decir que el suelo tiene 8.247 g de agua por 100 g de tierra seca. La diferencia entre ambos es de 7.469%, por lo que habría 7.469 g de agua útil para la planta por cada 100 g de tierra seca.
- La conductividad es de 0.16 mmhos/cm, es decir, el suelo tiene una conductividad baja por lo que no habrá problemas de salinidad.

- El pH del suelo es de 8.3, por lo tanto, es un pH básico, aunque no excesivamente básico por lo que tendrá una alcalinidad moderada. Esto no afectará negativamente a las especies elegidas.
- El contenido de materia orgánica del suelo es de 0.64 %, por lo que el nivel de materia orgánica del suelo es muy bajo, por lo tanto, es un suelo muy mineralizado. No sería mala opción corregirlo mediante un aporte de materia orgánica al suelo.
- En cuanto a los niveles de carbonatos es de 9.8 %, por lo tanto, es un nivel bajo, aunque está prácticamente en niveles normales para el suelo. Por otro lado, los niveles de caliza activa son bajos por lo que no aparecerán problemas de bloqueos férricos.
- Es un suelo rico en fósforo y potasio. El nivel de calcio es bajo, aunque puede entrar dentro de la normalidad. En cuanto al magnesio, gracias a las relaciones K/Mg y Ca/Mg, se observa que hay carencia de este.

ANEJO 3

ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	RECOGIDA DE MUESTRAS.....	2
3.	RESULTADO DEL ANÁLISIS	2
4.	INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS. ÍNDICES Y CLASIFICACIONES.	3
4.1.	ÍNDICES DE PRIMER GRADO	3
4.1.1.	pH.....	3
4.1.2.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	3
4.1.3.	CLORUROS.....	4
4.1.4.	SULFATOS.....	4
4.1.5.	SODIO.....	5
4.1.6.	CALCIO, MAGNESIO Y POTASIO	5
4.2.	ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO	5
4.2.1.	RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO.....	6
4.2.2.	RELACIÓN DE CALCIO O ÍNDICE DE KELLY	6
4.2.3.	COEFICIENTE ALCALIMÉTRICO O ÍNDICE DE SCOTT	7
4.2.4.	DUREZA DEL AGUA	8
5.	CLASIFICACIÓN DEL AGUA	9
5.1.	NORMA RIVERSIDE	9
5.2.	NORMA H. GREENE (FAO).....	11
5.3.	NORMAS WILCOX.....	12
6.	CONCLUSIÓN	13

1. INTRODUCCIÓN

EL agua es uno de los elementos más importantes, por no decir el más importante para un mantenimiento en buen estado de las plantas, ya que necesitan el agua para realizar sus funciones vitales.

En este anejo se determinarán las características del agua, así como la calidad de esta, que será empleada para el riego. Por ello, se puede conocer de antemano los posibles efectos del aporte del agua sobre las especies vegetales empleadas en el proyecto. El empleo de agua para riego con malas características y mala calidad puede ocasionar problemas en la permeabilidad del suelo, puede provocar aumentos de la salinidad u ocasionar problemas de toxicidad por acumulación de iones tóxicos.

En cuanto a su procedencia, el agua empleada en este caso para el riego viene de una acequia de riego anexa a la zona del proyecto.

Se construirá una caseta de riego de 3 x 3 en una zona junto a la acequia, en la parte baja de la zona determinada, y donde esta pasa con mayor caudal, y en la cual hay espacio suficiente para su construcción.

2. RECOGIDA DE MUESTRAS

Para la elaboración del análisis del agua es necesario llevar a cabo una serie de procesos a la hora de la toma de muestras para realizar el análisis del agua con la mayor exactitud posible.

Procesos a realizar para su analizado:

- 1- Se toma un recipiente con un mínimo de 1L de capacidad que esté limpio y vacío.
- 2- Se homogeniza el recipiente con la misma agua de la muestra, mediante un par de enjuagues por dentro.
- 3- Recogida de la muestra sumergiendo el recipiente en el agua que se va a emplear. Hay que procurar no revolver el agua de la muestra para evitar su contaminación.
- 4- El agua recogida se lleva al laboratorio para su análisis lo antes posible para que los resultados analíticos no experimenten cambios.

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO
pH (20°C)	7.2	ud	Met/QA/Aguas/5 Potenciometría
Conductividad	1.6	milimhos/cm	Met/QA/Aguas/4 Potenciometría
Cloruros	3.18	mEq/L	Met/QA/Aguas/12 (HPLC)

Nitratos	1.54	mEq/L	Met/QA/Aguas/12 (HPLC)
Sulfatos	9.33	mEq/L	Met/QA/Aguas/12 (HPLC)
Calcio	10.7	mEq/L	Met/QA/Aguas/21 (ICP-OES)
Magnesio	5.17	mEq/L	Met/QA/Aguas/21 (ICP-OES)
Potasio	< 0.05	mEq/L	Met/QA/Aguas/21 (ICP-OES)
Sodio	4.58	mEq/L	Met/QA/Aguas/21 (ICP-OES)

4. INTERPRETACIÓN DE LOS ANÁLISIS. ÍNDICES Y CLASIFICACIONES.

4.1.ÍNDICES DE PRIMER GRADO

4.1.1. pH

El pH del agua es un parámetro variable que indicará la acidez o alcalinidad del agua. La alcalinidad es una de las propiedades más importantes del agua, y viene determinado por el número de iones de hidrógeno libres presentes en la disolución.

Asignación de la alcalinidad de la muestra de agua:

pH	CLASIFICACIÓN
<5.5	Muy ácida
5.6 – 6.5	Ácida
6.6 – 7.5	Neutra
7.6 – 8.5	Alcalina
>8.5	Muy alcalina

El pH de la muestra de agua obtenida a 20°C es de 7.2, por lo que se trata de agua **neutra**.

4.1.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El parámetro de conductividad eléctrica indica la cantidad de sales solubles que están presentes en el agua. Esto va a determinar la salinidad de dicha agua.

Según Urbano Terron P, (1995): R.S. Ayers y D.W. Westcot (1976 y revisión 1987) para los problemas de salinización, utilizando la conductividad eléctrica (CE) del agua, se propone la siguiente escala:

CE (milimhos/cm)	CLASIFICACIÓN
≤ 0.7	No hay problema
$0.7 < CE \leq 3.0$	Problema creciente
> 3.0	Problema grave

La conductividad en este caso es de 1.7 milimhos/cm, por lo hay un **problema creciente** de salinidad según estos autores.

4.1.3. CLORUROS

La aparición de cloruros en el agua de riego puede producir toxicidades específicas en las plantas, como clorosis foliares, pudiendo producir necrosis en las zonas de máxima iluminación. El límite para que no se produzcan problemas está en 0.5 g/L. En este caso, esta agua de riego tiene 3.18 meq/L.

Transformación de 3.18 meq/L a g/L:

Peso atómico ion cloruro $\rightarrow 1 \text{ meq Cl}^- = 0.03546 \text{ g/meq}$

$$0.03546 \text{ g/meq} \times 3.18 \text{ meq/L} = 0.113 \text{ g/L}$$

La concentración de cloruros del agua de riego será de **0.113 g/L**, por lo que no supera los 0.5 g/L, y por lo tanto no habrá problemas de concentración excesiva de cloruros.

4.1.4. SULFATOS

La presencia elevada de sulfatos en el agua en el agua de riego puede provocar problemas de corrosión en las tuberías de conducción si están fabricadas de hormigón, aunque no suelen dar problemas graves en las plantas ni en los sistemas de riego. En este caso el límite de concentración de sulfatos es de 0.3 – 0.4 g/L. El agua de riego empleada tiene 9.33 meq/L de sulfatos.

Transformación de 9.33 meq/L a g/L:

Peso atómico ion sulfato $\rightarrow 1 \text{ meq SO}_4^{2-} = 0.004802 \text{ g/meq}$

$$0.004802 \text{ g/meq} \times 9.33 \text{ meq/L} = 0.0448 \text{ g/L}$$

La concentración de sulfatos del agua de riego será de **0.0448 g/L**, por lo no habrá problemas con la concentración de sulfatos.

4.1.5. SODIO

La concentración alta de sodio en el agua de riego puede provocar toxicidades, debido a que altera la estructura del suelo sustituyendo al calcio en el complejo arcillo – húmico. En este caso como valor límite de concentración de sodio se utiliza 0.2 – 0.3 g/L. El agua de riego tiene 4.58 meq/L de sodio.

Transformación de 4.58 meq/L a g/L:

Peso atómico ion sulfato $\rightarrow 1 \text{ meq Na}^+ = 0.023 \text{ g/meq}$

$$0.023 \text{ g/meq} \times 4.58 \text{ meq/L} = 0.105 \text{ g/L}$$

La concentración de sodio del agua de riego será de **0.105 g/L**, por lo no habrá problemas con la concentración de sodio.

4.1.6. CALCIO, MAGNESIO Y POTASIO

Estos iones se encuentran en el agua de riego en concentraciones variables, la más abundante es la concentración de calcio y la menor es la concentración de potasio. Las concentraciones son de 10.7, 5.17 y <0.05 meq/L respectivamente.

Estos elementos son beneficiosos desde el punto de vista de nutrición en las plantas, de manera que las necesidades de las plantas se cubren por completo solamente con el agua de riego. Además, su concentración no suele ocasionar problemas para las especies vegetales.

4.2. ÍNDICES DE SEGUNDO GRADO

Con estos índices se mide el efecto que tiene dos o más sustancias en combinación y que se encuentran disueltas en el agua de riego. Es muy importante el efecto que produce la interacción entre el calcio y el sodio, ya que influye en la estructura del suelo.

4.2.1. RELACIÓN DE ADSORCIÓN DE SODIO

En este índice se empleará la relación de adsorción de sodio (SAR), que representa la proporción entre el ion sodio y los iones sodio y magnesio, para así determinar la posible influencia que tiene el ion sodio sobre el suelo. Una elevada proporción de iones sodio frente a la proporción de iones calcio y magnesio puede provocar una pérdida de estructura y permeabilidad, por lo que habría una degradación de este. Por ello el índice SAR mide el riesgo de degradación del suelo, cuyo límite máximo está en 10.

Este índice se determina mediante la siguiente fórmula:

$$SAR = \frac{Na(+)}{\sqrt{\frac{Ca(2+) + Mg(2+)}{2}}} = \frac{4.58}{\sqrt{\frac{10.7+5.17}{2}}} = 1.626$$

La relación de adsorción de sodio (SAR) tiene un valor de **1.626**, por lo que no hay ningún riesgo de degradación del suelo al no salir un valor mayor de 10. Por ello el agua es buena para el riego desde el punto de vista de la relación de adsorción de sodio.

4.2.2. RELACIÓN DE CALCIO O ÍNDICE DE KELLY

Con índice de Kelly (IK) se muestra el riesgo de alcalinización del suelo. Para que no haya riesgo el valor del índice tiene que superar el 35%, por ello las aguas con un valor mayor que este estará apta para el riego.

Para el cálculo de este índice se emplea la siguiente expresión:

$$IK = \frac{Ca(2+)}{Ca(2+) + Mg(2+) + Na(+)} \times 100 = \frac{10.7}{10.7 + 5.17 + 4.58} \times 100 = 52.32 \%$$

La relación de calcio o índice de Kelly (IK) tiene un porcentaje de **52.32 %**, por ello, al superar el porcentaje límite de 35 %, se puede decir que el agua es buena para el riego desde el punto de vista de la relación de calcio.

4.2.3. COEFICIENTE ALCALIMÉTRICO O ÍNDICE DE SCOTT

El Índice de Scott se define como la altura de agua (expresada en pulgadas) que después de evaporarse, deja en el suelo un espesor de cuatro pies (1 pie = 0.3048 m), lo suficiente como para que se convierta en un medio perjudicial. Por ello, este coeficiente va a evaluar la toxicidad que puede producir las concentraciones de cloruros y sulfatos que hay en el agua de riego, y, que, una vez evaporada el agua, permanecen en el suelo en forma de cloruro y/o sulfato de sodio.

Su cálculo va a diferir en función de tres situaciones. En ambos casos, todas las concentraciones de iones que son necesarias para su cálculo vienen expresadas en mg/L.

$$[\text{Na}^+] = 4.58 \text{ meq/L} = 0.105 \text{ g/L} = 105 \text{ mg/L}$$

$$[\text{Cl}^-] = 3.18 \text{ meq/L} = 0.113 \text{ g/L} = 113 \text{ mg/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 9.33 \text{ meq/L} = 0.0448 \text{ g/L} = 44.8 \text{ mg/L}$$

1. $[\text{Na}^+] - 0.65 \times [\text{Cl}^-] \leq 0 \rightarrow$ Se aplica la expresión $K = (2040 / [\text{Cl}^-])$

Entonces:

$$105 - 0.65 \times 113 \leq 0; 31.55 \leq 0 \rightarrow \text{No se cumple la primera situación}$$

2. $0 < [\text{Na}^+] - 0.65 \times [\text{Cl}^-] < 0.48 \times [\text{SO}_4^{2-}] \rightarrow$ Se aplica la expresión

$$K = (6620 / ([\text{Na}^+] + 2.6 \times [\text{Cl}^-]))$$

Entonces:

$$0 < 105 - 0.65 \times 113 < 0.48 \times 44.8; 0 < 31.55 < 21.504 \rightarrow \text{No se cumple la segunda situación.}$$

3. $0 < [\text{Na}^+] - 0.65 \times [\text{Cl}^-] > 0.48 \times [\text{SO}_4^{2-}] \rightarrow$ Se aplica la expresión

$$K = 662 / ([\text{Na}^+] - (0.32 \times [\text{Cl}^-]) - (0.43 \times [\text{SO}_4^{2-}])))$$

Entonces:

$$0 < 105 - 0.65 \times 113 > 0.48 \times 44.8; 0 < 31.55 > 21.504 \rightarrow \text{Sí se cumple la tercera situación}$$

El valor K se calcula:

$$K = \frac{662}{105 - (0.32 \times 113) - (0.43 \times 44.8)} = 13.35$$

Según Urbano Terrón P, (1995) la clasificación de Stabler caracteriza los distintos tipos de agua:

K	CLASIFICACIÓN
> 18	Agua buena, no necesita tomar precauciones
$6 \leq K \leq 18$	Agua tolerable, emplear con precauciones
$1.2 \leq K \leq 6$	Agua peligrosa, utilizar solo en suelos bien drenados
$K < 1.2$	Agua no utilizable

Por ello, con los cálculos obtenidos anteriormente (**13.35**), el resultado del agua según el índice de Scott es de un agua tolerable, pero empleándola con precaución.

4.2.4. DUREZA DEL AGUA

El grado de dureza del agua es un factor que se refiere exclusivamente al contenido en iones de calcio y magnesio del agua que se va a analizar.

Agronómicamente hablando, las aguas muy duras son poco recomendables en suelos pesados debido a su escasa aireación, ya que no favorece a la precipitación de sales y aumenta la presión osmótica de la disolución del suelo. A pesar de ello, el uso de un agua dura sobre un suelo con una excesiva concentración de sodio es muy aconsejable, produciéndose una mejora en las propiedades físicas del suelo y disminuyéndose el riesgo de toxicidad provocada por el sodio en las especies vegetales.

Para la realización de los cálculos de la dureza del agua, las concentraciones de iones de calcio y magnesio van expresadas en mg/L.

Los pesos equivalentes de dichos iones son:

$$1 \text{ meq } [\text{Ca}^{+2}] = 0.02004 \text{ g/meq}$$

$$1 \text{ meq } [\text{Mg}^{+2}] = 0.01216 \text{ g/meq}$$

Entonces las concentraciones en mg/L son las siguientes:

$$[\text{Ca}^{+2}] = 10.7 \text{ meq/L} = 0.2144 \text{ g/L} = 214.4 \text{ mg/L}$$

$$[\text{Mg}^{+2}] = 5.17 \text{ meq/L} = 0.0628 \text{ g/L} = 62.8 \text{ mg/L}$$

Para el cálculo de la dureza del agua se emplea la siguiente fórmula expresada en grados franceses, (°F). Por lo tanto:

$$^{\circ}F = \frac{2.5 \times [\text{Ca}(+2)] + 4.12 \times [\text{Mg}(+2)]}{10};$$

$$^{\circ}F = \frac{(2.5 \times 214.4) + (4.12 \times 62.8)}{10} = 79.47$$

Con los resultados obtenidos, y a partir de la siguiente tabla, se determina la clasificación del agua de riego según su dureza:

° F	CLASIFICACIÓN
<7	Muy dulce
7 – 14	Dulce
14 – 22	Medianamente dulce
22 – 32	Medianamente dura
32 – 54	Dura
>54	Muy dura

Por ello, el agua de riego es un **agua muy dura**.

5. CLASIFICACIÓN DEL AGUA

Son una serie de normas que se emplean para catalogar la calidad agronómica del agua, empleando los índices de primer y segundo grado analizados anteriormente. Estas normas se representan de forma gráfica.

5.1. NORMA RIVERSIDE

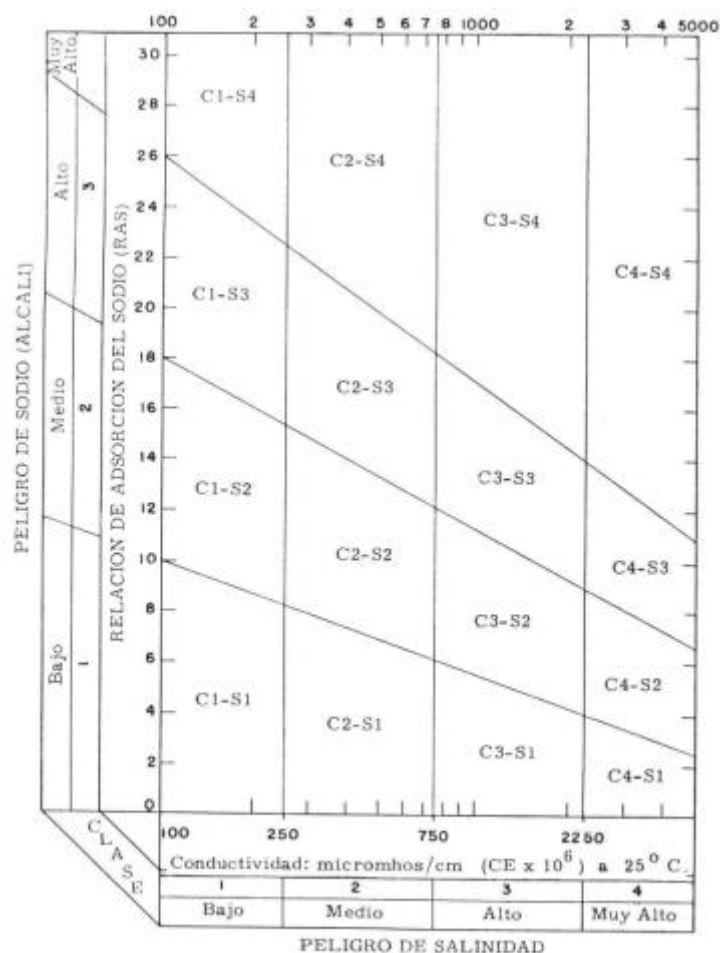
Esta norma se apoya en los valores de conductividad eléctrica (salinización) y en el SAR (alcalinización), para establecer diferentes categorías de aguas. Se establecen categorías de clases de aguas enunciadas según las letras C (hace referencia al riesgo de salinidad) y la S (hace referencia al peligro por fitotoxicidad por sodio). Cuanto mayor es el subíndice, mayor es el riesgo. Partimos de los valores siguientes:

ANEJO 3: ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO

CE = 1.6 milimhos/cm = 1600 micromhos/cm

SAR = 1.626

Con estos datos y con el siguiente Diagrama Riverside se clasifica el agua de determinada manera:



Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).

TIPO	CALIDAD Y NORMAS DE USO
C1	Aguas de baja salinidad. Pueden ser usadas para el riego de la mayoría de los casos.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego.
C3	Agua de salinidad alta. Se usa para el riego en suelos con buen drenaje.
C4	Agua de salinidad muy alta. Solo se debe usar bajo circunstancias especiales, en caso de suelos permeables y con buen drenaje.

S1	Aguas de sodicidad baja. Puede emplearse en la mayoría de los suelos
S2	Aguas de sodicidad media. Presentan cierto peligro de sodicidad en suelos de textura fina.
S3	Aguas de sodicidad alta. Pueden producir niveles perjudiciales de sodio adsorbido en la mayor parte de los suelos. Se emplean en suelos con buen drenaje.
S4	Aguas de sodicidad muy alta. No suelen ser aptas para el riego, excepto cuando la salinidad es muy baja.

En este caso, con los datos de conductividad eléctrica y la relación de adsorción de sodio (SAR), se obtiene que el agua de riego de la muestra está en la categoría **C3-S1**, según la norma Riverside. Es un agua de salinidad alta, usada para el riego en suelos con buen drenaje; y con sodicidad baja, pudiendo emplearse en la mayoría de los suelos.

5.2. NORMA H. GREENE (FAO)

Esta norma emplea la concentración total de sales, expresada en meq/L. Además, se usa la relación de sodio. Para ello se utilizan las siguientes expresiones:

$$RNa^{+} = \frac{[Na(+)]}{[Ca(2+)] + [Mg(2+)] + [Na(+)]} \times 100 = \frac{4.58}{10.7 + 5.17 + 4.58} \times 100 = 22.39 \%$$

Con este porcentaje y el siguiente gráfico se obtendrá la calidad del agua según esta norma.

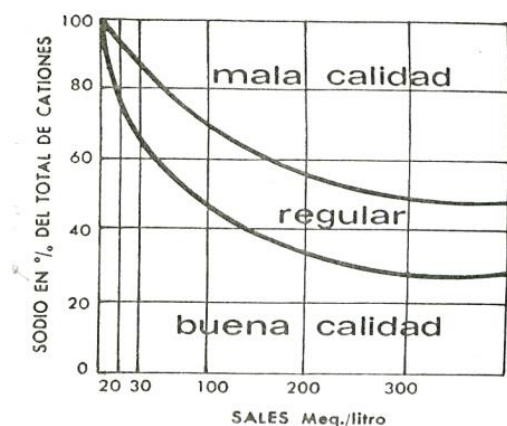


Figura: 62 "Diagrama para la interpretación del valor de un agua de riego. (Adaptado de Utilización de tierras salinas, H. Greene, F.A.O.)"

Con el dato de porcentaje de la relación de sodio del 22.39 %, se determina que el agua de riego es de **buena calidad** según la norma H. Greene (FAO).

5.3. NORMAS WILCOX

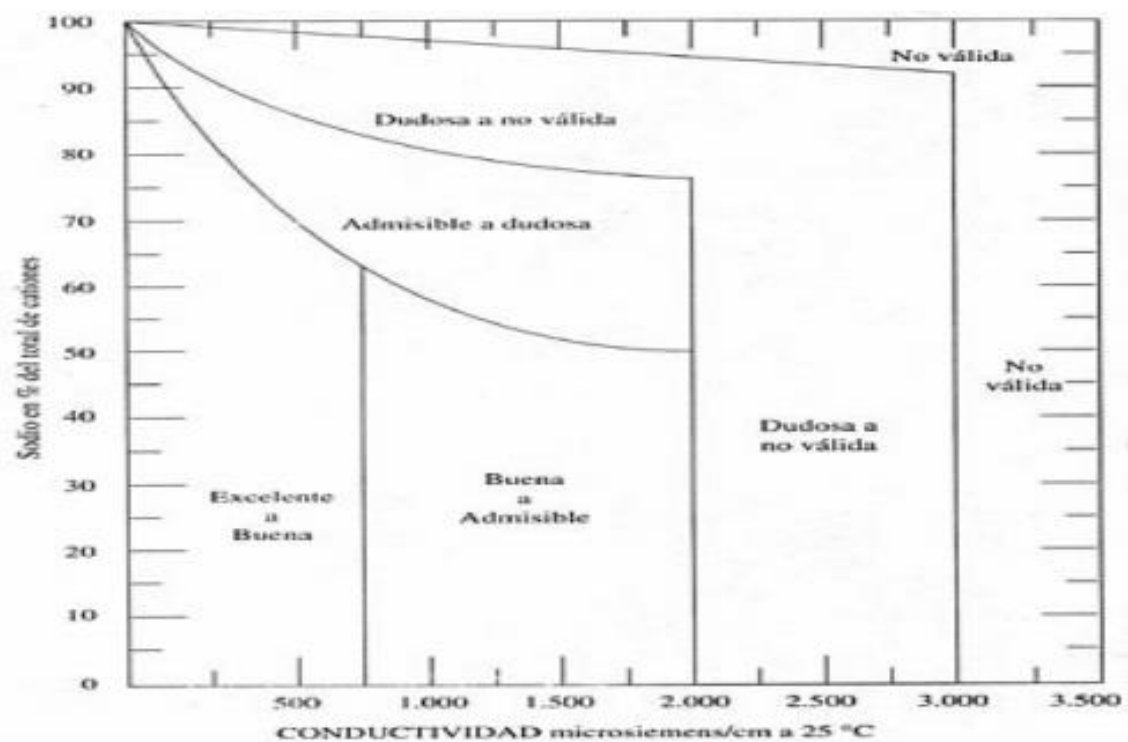
Esta norma considera como índices para la clasificación de aguas el porcentaje de sodio respecto al porcentaje de cationes y la conductividad eléctrica.

Los valores con los que partimos son:

$CE = 1.6 \text{ milimhos/cm} = 1600 \text{ micromhos/cm}$

$RNa^+ = 22.39 \%$

Mediante estos valores, y con el siguiente gráfico se obtiene la calidad del agua según esta norma.



Por ello, el resultado de calidad del agua de riego es de **buena o admisible**.

6. CONCLUSIÓN

- El pH del agua de riego es neutro, por lo que tiene las condiciones ideales para el riego en cuanto alcalinidad.
- En cuanto a la conductividad eléctrica puede haber un problema creciente de salinidad, aunque no hay ningún problema grave de salinidad. Si el problema fuera a más, habría que realizar un lavado del suelo para eliminar sales.
- En cuanto a los cloruros, sulfatos y sodio no habrá problemas de concentraciones excesivas de estos tres elementos, ya que sus concentraciones entran dentro de la normalidad.
- La relación de adsorción de sodio (SAR) determina que el agua es buena para el riego.
- La relación de calcio o índice de Kelly determina que el agua es buena para el riego.
- El coeficiente alcalimétrico o índice de Scott determina que es un agua tolerable para el riego, pero empleándola con precaución.
- El análisis de dureza del agua determina que el agua es muy dura. Si hubiera problemas graves con la dureza del agua habría que realizar un ablandamiento de esta mediante por ejemplo intercambiadores iónicos.
- La clasificación del agua con la norma Riverside determina que es un agua de salinidad alta, usada para el riego en suelos con buen drenaje; y con sodicidad baja, pudiendo emplearse en la mayoría de los suelos. El suelo de la zona determinada tiene buen drenaje por lo que no habría problemas de salinidad según esta norma.
- La clasificación del agua con la norma H. Greene (FAO) determina que el agua de riego tiene una buena calidad.
- La clasificación del agua con la norma Wilcox determina que la calidad de agua de riego es buena o admisible.

ANEJO 4

SITUACIÓN INICIAL

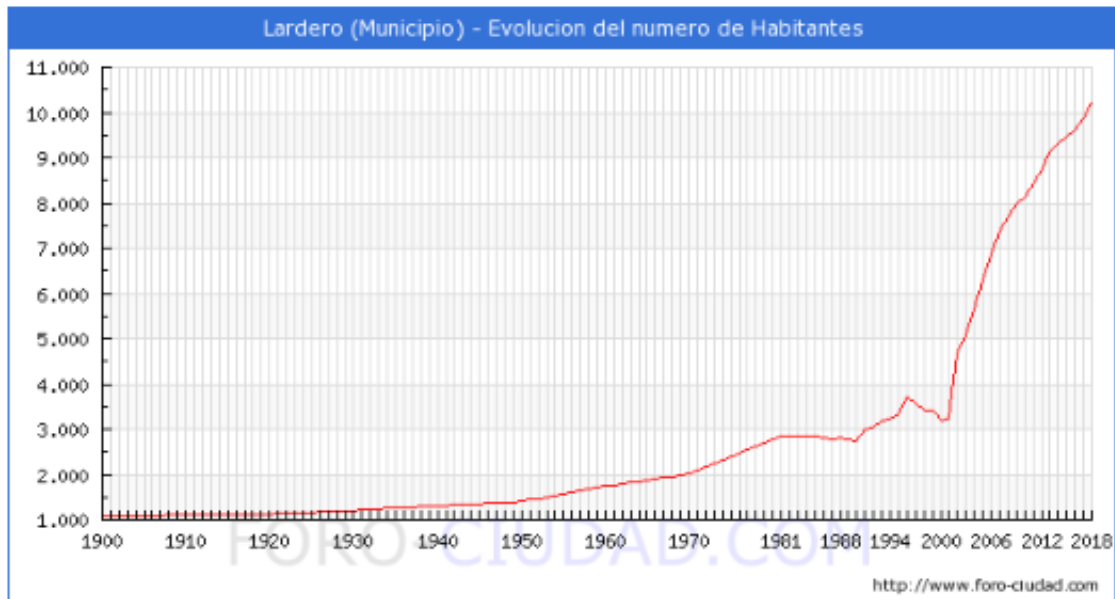
ÍNDICE

1.	ESTUDIO DEMOGRÁFICO	2
1.1.	EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN	2
1.2.	CLASIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN LA EDAD	2
2.	ANÁLISIS DEL MONTE DE BODEGAS.....	5
2.1.	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	5
2.2.	ELEMENTOS VEGETALES	8

1. ESTUDIO DEMOGRÁFICO

1.1. EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN

El municipio de Lardero tiene una superficie de 20,36 km², y cuenta según el padrón municipal para el 1 de enero de 2018 con un número de habitantes de 10.193 habitantes, 321 más que en 2017. A continuación, se muestra un gráfico de la evolución de los habitantes de Lardero desde 1900 hasta 2018.

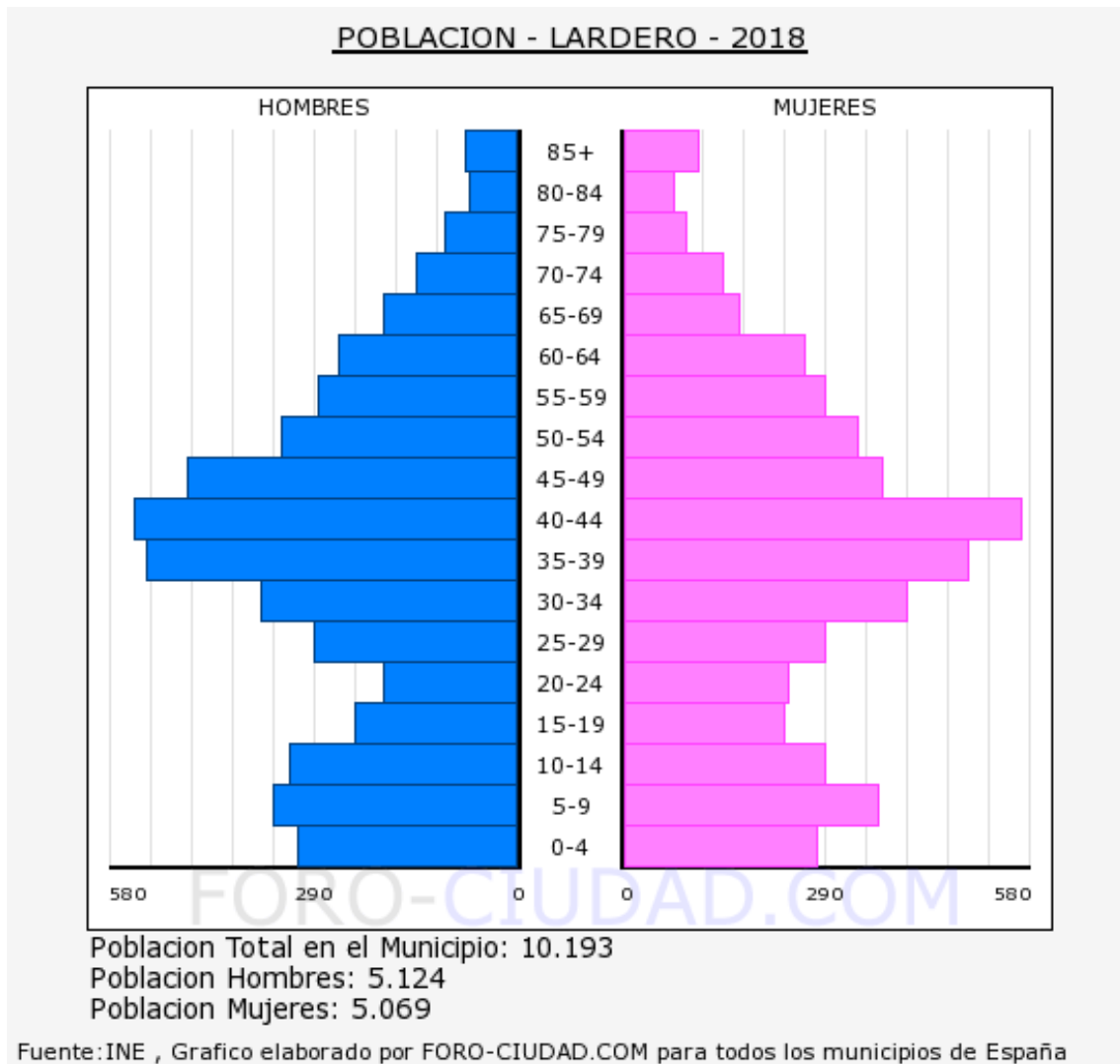


Se observa que desde el año 2000 - 2002, más o menos, la población de Lardero sube drásticamente hasta el año 2018, y probablemente siga su crecimiento.

1.2. CLASIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN SEGÚN LA EDAD

Estos parámetros pueden ser los más importantes a la hora de realizar una propuesta de ajardinamiento, ya que según la edad media irá destinado a una cosa o a otra. Por ello se le dará más importancia a la hora de realizar la propuesta de este proyecto.

En el siguiente gráfico se representará la pirámide de población de Lardero en el 2018, clasificando dicha población en rangos de edades por sexos.



En esta pirámide se observa los rangos de edades por sexos, que tanto mujeres como hombres tienen datos similares.

Se puede apreciar que los rangos de edad comprendidos entre 35 y 50 años son los que mayor número de personas tienen. Además, hay un grupo de rangos comprendidos entre los 0 y los 15 años con unos datos de población también altos.

Con la siguiente tabla se puede apreciar con mayor precisión los habitantes por grupos de edades.

Población de Lardero por sexo y edad 2018 (grupos quinquenales)			
Edad	Hombres	Mujeres	Total
0-5	316	283	599
5-10	351	367	718
10-15	325	293	618
15-20	235	232	467
20-25	194	240	434
25-30	295	293	588
30-35	368	406	774
35-40	533	496	1.029
40-45	546	572	1.118
45-50	470	376	846
50-55	340	340	680
55-60	289	292	581
60-65	258	266	524
65-70	196	172	368
70-75	150	150	300
75-80	107	96	203
80-85	71	80	151
85-	80	115	195
Total	5.124	5.069	10.193

Analizando los datos de la tabla, se observa en el círculo amarillo el mayor rango de población, de los 35 a los 50 años, con un número de población de 2993 habitantes. Este rango comprende a la edad media.

El círculo rojo representa la población más joven, que se ha tomado desde los 0 hasta los 20 años, observando un número de habitantes de 2402. Tomando el rango de 0 a 15 años, sería de 1935 habitantes.

El círculo verde representa el rango de la población con más edad, tomándolo desde los 65 años en adelante, con un valor de 1217 de habitantes.

Se puede concluir que es una población más joven, ya que de 0 a 20 años hay 2402 habitantes y de 65 años en adelante hay una población de 1217, prácticamente doblando el número de habitantes.

2. ANÁLISIS DEL MONTE DE BODEGAS

El Monte de Bodegas es un cerro cercano al municipio de Lardero, situado a una distancia de algo más de medio km, cuya extensión es de unas 5.18 hectáreas, y en la que muchos habitantes de la zona mantienen pequeñas bodegas destinadas a elaborar y conservar vino.

El Monte de Bodegas de Lardero está en un grave estado de degradación, debido a la expansión urbanística de la zona. Esto ha provocado un cambio de uso en el suelo, que antiguamente era de uso agrícola con el cultivo de frutales, perdiendo sus usos tradicionales y provocando un abandono de estas tierras.

Además de la pérdida de los usos tradicionales del suelo y de su abandono, se han producido graves problemas ambientales, principalmente de erosión. La erosión es un proceso natural y continuo que se produce en la superficie terrestre por la acción de diferentes agentes externos como el agua o el viento.

En la zona del proyecto se pueden apreciar problemas graves de erosión, ya que, al ser una colina, está más expuesto a los agentes externos. Pero la principal causa de que se produzca erosión es la escasez de vegetación en la zona, exponiéndose el suelo prácticamente desnudo sin ningún tipo de cubierta vegetal a la acción del agua y el viento. Un suelo cubierto por un manto vegetal está completamente protegido frente a la acción de la erosión, ya que los árboles y la hierba hacen de cortavientos y el entramado de raíces ayuda a mantener los suelos frente a la lluvia y el viento.

*Este anejo se complementa con los el Plano04_Situación inicial.

2.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

En cuanto a los elementos constructivos presentes en la zona, la mayoría son antiguas bodegas de pequeñas dimensiones donde se elaboraba y conservaba vino para el autoconsumo. Estos elementos han sufrido numerosas transformaciones, cambiando casi en su totalidad las tipologías originales de dichas construcciones. A pesar de ello, estas bodegas todavía siguen siendo espacios importantes para un desarrollo de los usos productivos y lúdicos de determinados habitantes de la zona.

La problemática principal del monte, hablado de los elementos constructivos, podrían ser los siguientes:

- Abandono de muchas de las bodegas por dos motivos. El primero es el abandono de los usos tradicionales del suelo, suelos agrícolas, lleva al abandono de los usos productivos de las pequeñas bodegas. En segundo lugar, además de dejar de lado los usos productivos de las bodegas, disminuyen drásticamente el uso lúdico de estas construcciones, ya que los habitantes de la zona dejan de lado las costumbres tradicionales de estos espacios, lo que lleva al abandono.

Imagen 01: Bodega abandonada



- Degradación de los caminos principales asfaltados. Se observan muy desgastados, con varios socavones, y en ciertos puntos con acumulación de escombros en los márgenes de estos. Probablemente se deba al paso de maquinaria agrícola para llevar el producto recolectado de las fincas, situadas en la parte baja del monte, hasta las bodegas, ya que antiguamente tenían mucho más uso productivo. A esto se le puede sumar una falta de mantenimiento de dichos caminos.

Imagen 02: Caminos asfaltados en estado de degradación



- Ausencia de mantenimientos y cuidado de otros elementos constructivos como barandillas de madera, pequeños asadores, e incluso del mirador de madera del cerro, que no presenta evidencias de mantenimiento de sus elementos.

Imagen 03: Mirador con bancos de madera en la parte más alta



Imagen 04: Asador, banco y barandilla de madera de la parte baja



- El impacto visual que causan las antenas de la parte más alta podría haber causado un abandono del uso lúdico del monte. La falta de arbolado en toda la zona impide que se reduzca el impacto visual que generan estas antenas.

Imagen 05: Antenas de telefonía en el punto más elevado



- Mal estado de los muchos de los taludes y las laderas, lo que provocara un efecto de la erosión, y a su vez, pequeños desprendimientos de materiales.

Imagen 06: Taludes con falta de estabilización



2.2. ELEMENTOS VEGETALES

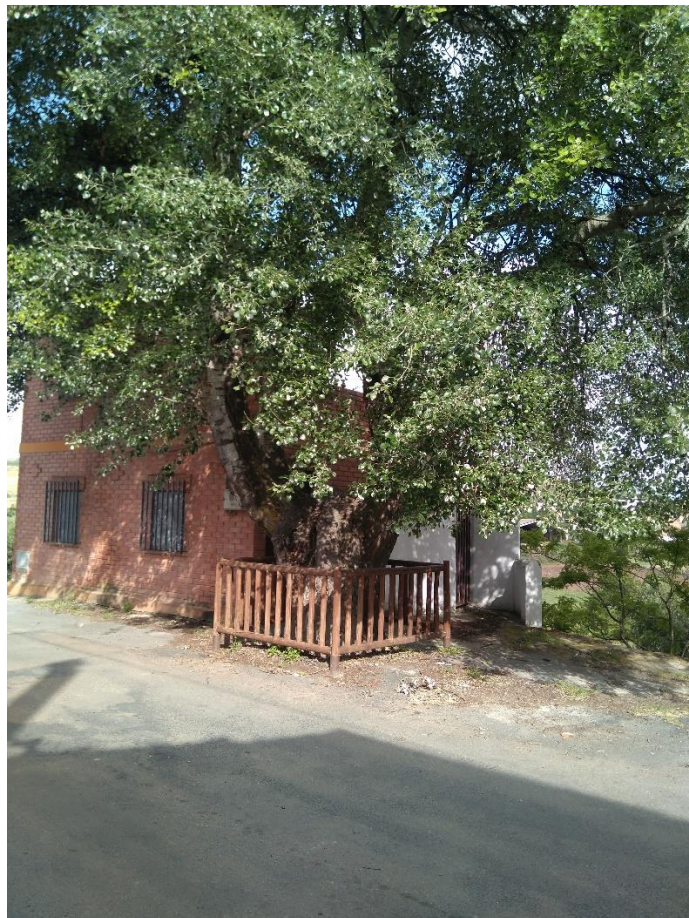
En cuanto a los elementos no constructivos hay que destacar principalmente la escasez de elementos vegetales.

- El arbolado se presenta aislada o en pequeñas agrupaciones, mayoritariamente en la zona más baja del monte, en el margen derecho de la calle principal. Hay poco número de ejemplares de la misma especie, destacando la falsa acacia o el álamo blanco. Al haber poca densidad de arbolado y de estar localizada en la parte más externa de la zona del proyecto, apenas tiene incidencia visual, paisajística y de freno frente a la erosión.

Imagen 07: Falsas acacias



Imagen 08: Álamo blanco



- El resto de vegetación, como arbustos o cespitosas, es también muy escasa. El suelo carece de manto vegetal que lo proteja, por lo que se producen graves problemas de erosión. Además, los pequeños taludes y laderas presentes en la zona, también carecen de vegetación que les proporcione estabilidad por eso se producen pequeños desprendimientos que se acumulan en los márgenes de los caminos.
- Todo el arbolado ya presente antes de la realización del proyecto, se quieren preservar, ya que al no haber un exceso de plantaciones por el alto nivel de degradación, aportarán beneficios a la zona, complementándolos con nuevas especies vegetales. Además, si estas especies han sido capaces de desarrollarse en condiciones de degradación altas, podrían ofrecer un mejor estado y características en buenas condiciones.

Las especies vegetales identificadas en la zona son las siguientes:

- *Juglans regia* (Nogal común).
- *Prunus cerasifera* (Ciruelo).
- *Robinia pseudoacacia* (Falsa acacia).
- *Populus alba* (Álamo blanco).
- *Platanus x hispánica* (Plátano de sombra).
- *Cupressus sempervirens* (Ciprés común).
- *Ficus carica* (Higuera).
- *Prunus dulcis* (Almendro).
- *Rubus ulmifolius* (Zarzamora).
- *Hedera hélix* (hiedra común).
- *Malva sylvestris* (Malva común).

ANEJO 5

PROPUESTA DE AJARDINAMIENTO

ÍNDICE

1. IDEAS Y OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	2
2. ZONAS DE INTERVENCIÓN	2
2.1. ZONA “A”	3
2.1.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR	4
2.2. ZONA “B”	4
2.2.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR	5
2.3. ZONA C	5
2.3.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR	5
2.4. ZONA D.....	6
2.4.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR	6
2.5. ENTRADAS AL CERRO	7
3. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES	7

1. IDEAS Y OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Mediante este anejo, y ateniendo en cuenta el anejo anterior de características previas, se va a realizar una propuesta de ajardinamiento adecuada a las condiciones de la zona.

Las ideas principales de la propuesta son las siguientes:

- Eliminación del proceso de erosión. Se realiza mediante la reducción de las pendientes, proporcionando estabilidad a los taludes.
- Acondicionamiento de los caminos asfaltados y de tierra.
- Creación de un parque público en el interior mediante la implantación de zonas verdes, y así aliviar al monte de la presión que genera la expansión urbanística.
- Restauración de los elementos constructivos más degradados. Acondicionamiento del mirador de la parte superior del cerro.
- Disminución del impacto visual que generan las antenas situadas en la parte superior del monte, mediante la implantación de arbolado con cierta altura.
- Implantación de cubiertas vegetales mediante el uso de especies arbóreas, arbustivas y cespitosas.

Con estas ideas se pretende cumplir una serie de objetivos importantes, los cuales son:

- Reducir drásticamente el proceso de erosión.
- Incrementar los usos sociales, lúdicos y tradicionales del cerro.
- Recuperar el paisaje de la zona.
- Crear espacios libres y agradables a la vista y al uso.

2. ZONAS DE INTERVENCIÓN

En cuanto a la zonificación del proyecto, la elección ha sido dividirlo en cinco partes diferentes, zona A, zona B, zona C, zona D, zona de entradas, respectivamente, en función de las características y los usos de los elementos que la componen, como caminos, elementos vegetales o mobiliario urbano.

La determinación de cinco zonas diferentes se realiza teniendo en cuenta las características de la zona, así como atendiendo a las soluciones que se quieren aportar para sus futuros usos.

*Este apartado de Zonas de intervención del proyecto se complementa con el Plano05_ Zonas de intervención, donde vienen delimitadas visualmente las zonas implantadas.

La propuesta a realizar está basada en las siguientes acciones:

- En primer lugar, se realizará una limpieza intensiva de los márgenes de los caminos, eliminando todos los elementos indeseables ya sean piedras, escombros o cualquier tipo de vegetación que no aporte nada.
- Posteriormente se repararán y reasfaltarán todos los desperfectos del camino, consiguiendo dejarlos en un estado óptimo para cualquier usuario. Así como, si se requiere, realizar un adoquinado de caminos para la creación de paseos peatonales.
- Se pretende sustituir el mobiliario urbano antiguo, bancos en concreto, por otros más nuevos y con mejores características al uso. Además de la introducción de otro mobiliario urbano como aparca bicicletas, papeleras, farolas,....
- Limpieza y reparación de los asadores y fuentes ya presentes en el proyecto.
- Se complementarán las plantaciones ya existentes, con más elementos vegetales, que se adapten correctamente a las condiciones de la zona, y que puedan aportar funciones agradables para el usuario.
- Para finalizar, se construirá una caseta de riego de 3 x 3 para albergar las bombas que impulsan el agua para el riego. Esta caseta se realizará en un pequeño claro situado al noreste de la zona del proyecto, en una entrada a este.

2.1. ZONA “A”

Esta zona se encuentra en el exterior del área del proyecto, en la zona más baja, para concretar. Se trata de una zona rural, compuesta por un camino principal, que enlaza con otros caminos secundarios y otras áreas contiguas. Se podría decir que es el anillo exterior del monte más pequeñas subzonas con vegetación

Dicha zona es la parte donde se observa una menor degradación, observándose mayoritariamente los efectos del abandono y del escaso mantenimiento de la zona. Alberga la mayoría de diversidad de especies de árboles y arbustos.

En la parte del margen derecho del recorrido, toda la parte que corresponde al noroeste de la zona, se pretende construir un paso peatonal, impidiendo el tránsito de vehículos, e introduciendo variedad de arbolado y mobiliario urbano y crear así un paseo agradable al uso. Mediante esta iniciativa se quiere aprovechar las zonas de mayor arbolado de estos tramos, así como el material urbano presente, creando una pequeña zona de descanso gracias a la sombra que proporcionan estos grupos de árboles.

También se actuará en el resto del perímetro de la zona A. En el tramo correspondiente al noreste de la zona se implantará un vallado que proporcione continuidad a ese tramo, ya que es una zona donde no hay suficiente espacio para realizar una plantación adecuada.

Todo el tramo correspondiente a la zona suroeste y sureste de la zona se actuará utilizando un módulo de vegetación repetitivo, proporcionando al espacio unicidad, personalidad e identidad, además de que al visitante le permitiría ser consciente y saber perfectamente cuándo se encuentra dentro y cuándo se encuentra fuera del barrio.

En el resto de subzonas que forman la zona A, de menor tamaño, se pretende crear pequeñas áreas que proporcionen una vista agradable al usuario, mediante la implantación de especies arbustivas y herbáceas vistosas y coloridas, y la realización de emparrados con *Vitis vinífera* subesp. *sylvestris*.

2.1.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR

Especies arbóreas:

- *Aesculus hippocastanum*
- *Cercis siliquastrum*
- *Eleagnus angustifolia*
- *Juglans regia*
- *Populus alba*
- *Prunus dulcis*

Especies arbustivas y resto de especies:

- *Berberis thunbergii*
- *Campanula carpatica*
- *Lavandula angustifolia*
- *Lobularia maritima*
- *Syringa vulgaris*
- *Vitis vinífera* subesp. *sylvestris* (forma de emparrado).

2.2. ZONA “B”

Esta zona abarca gran parte de la zona del proyecto, al suroeste del territorio. Comprende áreas desde la parte más baja hasta una altura media de 10 – 15 metros.

Se trata de la zona donde se observa una gran degradación producida por la erosión, tanto en los caminos secundarios como también en los claros, ya que aquí el arbolado es muy escaso y se observa de manera puntual. También hay escasez de otros tipos de vegetación como la arbustiva, predominando malas hierbas no deseables.

Para esta zona se quiere realizar un paseo peatonal que le de unificación a cada una de las subzonas en la que se divide. Para ello se realiza una rehabilitación de los caminos secundarios, mediante una limpieza y acondicionamiento de estos.

En esta zona, localizada en el suroeste de la zona delimitada del proyecto, se pretende realizar un parque interior, en el área con mayor extensión de la zona B. Se implantará mobiliario urbano como bancos, mesas, fuentes y papeleras, además de diferentes juegos infantiles. También se introducirá una combinación de especies de árboles, arbustos y césped.

En el resto de áreas de la zona, de menores dimensiones, se pretende llevar a cabo una implantación de las mismas especies vegetales empleadas en el parque interior, para que se integren correctamente con esta área. También se colocarán bancos para crear pequeñas zonas de

descanso empleando la sombra de las especies arbóreas seleccionadas, y otro tipo de mobiliario urbano.

2.2.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR

Especies arbóreas:

- *Acer pseudoplatanus*
- *Aesculus hippocastanum*
- *Cercis siliquastrum*
- *Cupressus sempervirens*
- *Olea europea*

Especies arbustivas y resto de especies:

- *Forsythia x intermedia*
- *Syringa vulgaris*
- *Buxus sempervirens*
- *Rosmarinus officinalis*
- Césped

2.3. ZONA C

Se quiere realizar un bosqueque en la parte central y más alta de la zona como medida paisajística principal para la disminución del impacto visual negativo que provocan las antenas y su vallado, y también del depósito que hay en la parte superior.

Los bosqueques son agrupaciones de árboles, a menudo de varias especies, con el fin de favorecer rincones con ambientes diferentes, o con usos diferentes. Es importante combinar especies caducas y perennes, así como los momentos de floración y foliación, para conseguir que el bosqueque esté vistoso el mayor tiempo posible. La elección de las especies puede ser de ejemplares con diferentes tamaños para conseguir crear un aspecto más espontáneo.

En esta zona también se rehabilitará el mirador mediante tratamientos para la madera, y se sustituirán los bancos por otros nuevos.

En cuanto a la vegetación próxima a la zona del mirador se emplearán especies arbóreas que aportan sombra, pero que no sean los ejemplares de mayor tamaño; y demás especies vegetales que generen un impacto visual agradable.

2.3.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR

Especies arbóreas:

- *Acer campestre*
- *Acer pseudoplatanus*

- *Cercis siliquastrum*
- *Eleagnus angustifolia*
- *Cupressus sempervirens*
- *Olea europaea*

Especies arbustivas y resto de especies:

- *Buxus sempervirens*
- *Campanula carpatica*
- *Forsythia x intermedia*
- *Lavandula angustifolia*
- *Lobularia maritima*
- *Rosmarinus officinalis*
- *Vitis vinífera* subesp. *sylvestris* (forma de emparrado).
- Césped

2.4. ZONA D

Esta zona está situada en el centro - oeste de la zona delimitada del proyecto.

Se pretende realizar una zona de descanso mediante mobiliario urbano y diversas especies vegetales. Se utilizarán como mobiliario urbano bancos y mesas principalmente. Se emplearán diversas especies vegetales vistosas para crear una vista agradable a su uso, especies arbóreas aprovechables por su sombra, y también algunas arbustivas que puedan ser aprovechables por su olor.

En el resto de la superficie de la zona D, que comprende mayor área, se realizará únicamente la estabilización de los taludes, posteriormente explicada.

2.4.1. ELEMENTOS VEGETALES QUE SE VAN A EMPLEAR

Especies arbóreas:

- *Aesculus hippocastanum*
- *Eleagnus angustifolia*
- *Prunus dulcis*

Especies arbustivas y resto de especies:

- *Campanula carpatica*
- *Lavandula angustifolia*
- *Lobularia maritima*
- *Rosmarinus officinalis*
- Césped

2.5. ENTRADAS AL CERRO

Para las dos entradas al Barrio de bodegas: entrada desde Lardero al noreste del monte y entrada desde Entrena al suroeste del monte; se pretende realizar dos entradas mediante la colocación de dos pérgolas de madera, una en cada entrada, y mediante la plantación de especies vegetales que puedan aprovechar la pérgola para su crecimiento, por ello se empleará *Vitis vinífera* subesp. *sylvestris*.

Con esta propuesta se pretende generar una buena primera impresión a los visitantes del barrio por cualquiera de las dos entradas por la que se entre.

3. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Para la estabilización de taludes se emplearan técnicas de bioingeniería, basadas en el uso de plantas vivas como elemento constructivo, conjuntamente o no con material inerte (mallas metálicas, piedra, material leñoso, geo textiles o productos sintéticos). En concreto se utilizan técnicas de recubrimiento, destinadas a evitar la erosión superficial, mediante una hidrosiembra.

La hidrosiembra es una técnica de revegetación en la que se emplea una siembra mecánica a través de la proyección de la semilla junto con otros componentes que facilitarán que permanezcan las semillas en el talud y su germinación. Los componentes y la aplicación de las hidrosiembras se representan a continuación:

- La época de siembra es en septiembre – febrero.
- La mejor forma para la aplicación de la hidrosiembra será en dos fases. La 1ª aplicación contendrá los componentes principales, agua, semillas, parte del acolchado y parte del fijador). La 2ª aplicación se basa en la cubrición de la semilla para favorecer su germinación (agua, parte de fijador y parte de acolchado).

La composición en especies de semillas debe de ser de 10 a 15 especies en la vegetación climática, con al menos una de esas especies que tenga crecimiento rápido, el denominado estárter. Esta mezcla de semillas tiene que llevar una determinada distribución: 2 – 4 gramíneas, 2 – 4 leguminosas, 2 – 4 herbáceas de cobertura, con una especie anual en cada familia como máximo, y además de 4 – 7 arbustos o matas.

ANEJO 6

ELECCIÓN DE ESPECIES

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VEGETACIÓN	2
3.	ELEMENTOS VEGETALES DEL PROYECTO	3
3.1.	ESPECIES ARBÓREAS.....	3
3.1.1.	FICHA TECNICA.....	4
	<i>Acer campestre</i>	4
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	6
	<i>Aesculus hippocastaneum</i>	8
	<i>Cercis siliquastrum</i>	10
	<i>Eleagnus angustifolia</i>	12
	<i>Juglans regia</i>	14
	<i>Populus alba</i>	16
	<i>Prunus dulcis</i>	18
	<i>Cupressus sempervirens</i>	20
	<i>Olea europaea</i>	22
3.2.	ESPECIES ARBUSTIVAS Y RESTO DE ESPECIES VEGETALES	24
3.2.1.	FICHA TÉCNICA.....	25
	<i>Berberis thunbergii</i>	25
	<i>Forsythia x intermedia</i>	27
	<i>Syringa vulgaris</i>	29
	<i>Vitis vinífera</i> subesp. <i>sylvestris</i>	31
	<i>Buxus sempervirens</i>	33
	<i>Campanula carpatica</i>	35
	<i>Lavandula angustifolia</i>	36
	<i>Lobularia marítima</i>	38
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	40
3.3.	CÉSPED	42

1. INTRODUCCIÓN

En los proyectos de jardinería, aunque todos los componentes son importantes, son los elementos vegetales el constituyente básico, estando prácticamente todos los demás a su servicio. Cuando se proyecta o analiza un ajardinamiento, todo gira alrededor de la elección, disposición y cuidado de las plantas que lo componen, hasta el punto de que todos los demás componentes pueden faltar, pero no puede concebirse un proyecto de estas características sin esos elementos vegetales. Se puede decir que las plantas forman el núcleo fundamental.

Todas o casi todas las especies vegetales, tienen en algún momento un determinado valor ornamental que incluso puede ser el exotismo o la rareza, y que permite usarlas en jardinería o en cualquier tipo de actuación paisajista. Pero, sin embargo, es normal que se usen frecuentemente aquellas que por alguna razón se consideran ornamentales y que, aun siendo muchas, representan sólo una parte de la gran variedad botánica de la que disponemos.

Por ello la elección de las especies vegetales constituye una parte fundamental en el diseño del proyecto. A la hora de optar por una especie u otra, los criterios a tener en cuenta son muy diversos, y se han de estudiar a fondo los condicionantes del entorno (clima, suelo y agua de riego). Hay otros factores que también pueden ser determinantes en la elección (posibles plagas y enfermedades, los relacionados con la flora y fauna presentes en el entorno, o la orientación del territorio).

Para este proyecto se ha pretendido la reducción de los costes en las tareas de conservación, reduciendo también el consumo de agua y, por último, simplificar los trabajos de conservación y mantenimiento. Además, para la distribución de las especies vegetales, se han seguido criterios estéticos, de funcionalidad y de necesidades hídricas.

*La distribución de las especies vegetales escogidas está reflejada en el Plano06_Plantación.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA VEGETACIÓN

Las características que tendrán que tener las especies vegetales escogidas en función a las características climáticas, edafológicas y de las características del agua de riego, son las siguientes:

- En cuanto a la textura del suelo, es un suelo franco aproximado a franco - arenoso, con un buen drenaje. Por ello no es un suelo bueno en cuanto a textura para la elección de especies.
- Especies más adaptadas a suelos básicos, aunque el nivel de pH del suelo no es muy exigente con la elección de especies.
- Preferiblemente se elegirán especies autóctonas, ya que están adaptadas a las condiciones de la zona.
- Tienen que ser estéticamente vistosas.
- No deben de ser tóxicas.
- Tener cierta resistencia a las afecciones fitosanitarias para facilitar el mantenimiento.
- Tamaño adecuado para cada uso determinado. Tendrán cierto tamaño cuando haya necesidades de sombra o para eliminar impactos visuales desagradables.

3. ELEMENTOS VEGETALES DEL PROYECTO

3.1. ESPECIES ARBÓREAS

Elección de especies con hoja caduca:

Nº ide.	Nombre científico	Nombre común
1	<i>Acer campestre</i>	Arce menor
2	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Falso plátano
3	<i>Aesculus hippocastaneum</i>	Falso castaño
4	<i>Cercis siliquastrum</i>	Árbol del amor
5	<i>Eleagnus angustifolia</i>	Paraíso
6	<i>Juglans regia</i>	Nogal
7	<i>Populus alba</i>	Álamo blanco
8	<i>Prunus dulcis</i>	Almendra

Elección de especies con hoja perenne:

Nº ide.	Nombre científico	Nombre común
9	<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés común
10	<i>Olea europaea</i>	Olivo

3.1.1. FICHA TECNICA

Acer campestre



Familia: *Aceraceae*

Nombre científico: *Acer campestre*

Nombre común: Arce menor

Distribución y hábitat:

Es autóctono de la península ibérica y de otras zonas del mundo como buena parte de Europa, Asia y el Norte de África.

Descripción:

Árbol caducifolio que puede alcanzar los 20 m de altura, de tronco recto y ramas densas y extendidas que forman una copa tupida.

Las hojas son caducas, simples, carecen de pilosidad por ambas caras, son palmeadas generalmente en 5 lóbulos profundos, y miden 3 – 8 cm de largo. Estas hojas son opuestas, segregan látex al ser cortadas y tienen rabillo largo y rojizo.

Las flores son poco vistosas, por ser verdosas, y nacen en grupos colgantes en la primavera.

Los frutos salen de dos en dos, denominados sámaras y están provistos de un ala membranosa que facilita su dispersión por el viento. La semilla madura en otoño, es aplanada y las alas forman un ángulo de unos 180°.

Clima y suelo:

Es un tipo de árbol muy adaptable a cualquier terreno, aunque lo ideal sería un suelo básicos, calcáreos o con alto contenido en carbonatos de calcio. Ideal para los climas templados, aunque puede soportar inviernos muy fríos.

Usos:

Mucho empleo ornamental, por su coloración en otoño. Gracias a su follaje denso, se suele emplear como árbol de sombra, formando bosquetes, alineaciones, etc. Su tamaño contenido nos permite plantarlo en lugares donde otros Arces serían demasiado grandes. Crecimiento rápido, por lo que la sombra se obtiene en pocos años. Su madera es muy apreciada por los carpinteros.

Acer pseudoplatanus



Familia: *Aceraceae*

Nombre científico: *Acer pseudoplatanus*

Nombre común: Falso plátano

Distribución y hábitat:

Característico del centro y sur de Europa, así como el sudeste de Asia. Muy presente en el norte de la península ibérica.

Descripción:

Árbol grande que alcanza los 30 m, de corteza lisa, de tono grisáceo o anaranjado, que se desprende en pequeñas placas con la edad.

Las hojas son caducas, simples, opuestas y palmeadas en 5 lóbulos de punta algo redondeada, de 6-23 cm de ancho y con un rabillo muy largo que a menudo es rojizo. No segregan látex al ser cortadas.

Las flores son verdosas y pasan desapercibidas.

Los frutos son sámaras, es decir, tienen una semilla globosa con un ala membranosa para facilitar la dispersión por el viento. Salen en pares enfrentados con un ángulo de 70-110° (a veces de hasta 130°).

Clima y suelo:

Este árbol soporta cualquier tipo de suelo, aunque se desarrolla mejor en suelos básicos, incluso puede llegar a soportar terrenos pobres en nutrientes. Hay que comentar que necesita un suelo muy bien drenado ya que no soporta los encharcamientos. Ideal para los climas templados, aunque puede soportar inviernos muy fríos.

Usos:

Muy apreciado en ornamentación ya que puede convertirse en un árbol imponente cuando tiene una edad avanzada. Un uso característico sería la producción de sombra gracias a su porte y a su follaje denso. Madera muy valorada y fácil de trabajar. Produce un carbón de buena calidad. Su sabia se extrae para beber.

Aesculus hippocastaneum



Familia: *Hippocastanaceae*

Nombre científico: *Aesculus hippocastaneum*

Nombre común: Castaño falso

Distribución y hábitat:

Es originario de la India, Irán, Asia menor y los Balcanes, y se ha aclimatado en regiones templadas.

Descripción:

Árbol que alcanza los 30 m de altura y que difiere del castaño dulce en que su fruto no es comestible por su amargor, con un tronco erecto donde se desarrollan numerosas ramas.

Hojas caducas, con grandes y opuestas, con un largo peciolo. Están divididas en 5 o 7 folios que desde lejos simula los dedos de una mano.

Las flores son blancas y forman racimos terminales en forma de pirámide. La corola tiene cinco pétalos y el cáliz tiene forma de campana, posee siete estambres con anteras rojo marrón.

El fruto se denomina castaña, que es una cápsula recluida en un envoltorio espinoso.

Clima y suelo:

Necesita un suelo fresco y bien drenado, además de poseer cierta humedad en las épocas más áridas. Se adapta adecuadamente a diferentes climas, además de ser resistentes a heladas.

Usos:

Muy usado en paseos como árbol ornamental principalmente, aunque no es aconsejable su uso para espacios o paseos urbanos con predominio de aceras.

Cercis siliquastrum



Familia: *Fabaceae* (*Leguminosae*)

Nombre científico: *Cercis siliquastrum*

Nombre común: Árbol del amor

Distribución y hábitat:

Es nativo de la zona norte del mediterráneo, desde Francia hasta el Oriente Próximo. Introducido en Europa Central, África tropical y Norteamérica.

Descripción:

Árbol pequeño caducifolio de 6 - 8 m de altura, con tronco de corteza lisa, negruzca cuando es adulto, y copa irregular con forma aparasolada con el ramaje muy tortuoso.

Hojas simples, alternas, de redondeadas a codiformes de 7 – 12 cm de longitud, glabras, con el ápice redondeado, y largamente pecioladas. Son de color verde en el haz y glaucas en el envés.

Las flores aparecen a lo largo de las ramas, antes que las hojas, en los lugares que el año anterior ocupaban estas. Son de color rosa de 1 – 2 cm de longitud, dispuestas en racimos de 3 – 6 flores. Ofrece una llamativa y densa floración al principio de la primavera. Una vez secas permanecen en el árbol largo tiempo. Son hermafroditas, dotadas de estambres y pistilos. Florece en Mayo – Abril incluso en Mayo.

Fruto en forma de legumbre de color marrón rojizo de 6 – 10 cm de longitud, conteniendo numerosas semillas parduscas. El fruto permanece en el árbol durante bastante tiempo.

Clima y suelo:

Se adapta a climas fríos pero prefiere climas cálidos con exposiciones luminosas. Soporta el calor veraniego, resiste a la sequía, y resiste el frío invernal con temperaturas de hasta – 10°C.

Crece en todo tipo de terrenos, pero necesita suelos bien drenados ya que no soporta el encharcamiento.

Usos:

Árbol de jardín muy utilizado ornamentalmente, en pequeñas plazoletas, paseos y en alineaciones de calles estrechas por su sombra y floración. Apto para la formación de setos altos.

Eleagnus angustifolia



Familia: *Elaeagnaceae*

Nombre científico: *Eleagnus angustifolia*

Nombre común: Árbol del Paraíso

Distribución y hábitat:

Es oriunda de Asia central y suroccidental y del suroccidente de Europa, si bien está asilvestrada por toda la cuenca mediterránea. Se cultiva en muchos lugares como ornamental o como seto en medianas e isletas de autopistas, lo que ha contribuido sobremanera a su dispersión.

Descripción:

El árbol del Paraíso alcanza los 10 m de talla, tiene un tronco tortuoso y ramillas rojizas y lisas, algunas de las cuales terminan en punta espinosa, si bien se hacen grisáceas y muy agrietadas con la edad.

Las hojas son caducas, simples, alternas, oblongo - lanceoladas, parecidas a las del almendro o a las del olivo, de margen entero, aterciopeladas por ambas caras, de haz verdoso y envés plateado muy característico.

Las flores son pequeñas, aromáticas, amarillo - verdosas y forman un tubo corto que termina en cuatro lóbulos.

Los frutos son carnosos, ovalados, de 8 - 15 mm de largo, con escamitas plateadas que van perdiendo poco a poco. Al madurar son amarillos o rojizos, son comestibles y en algunos lugares se les denomina “uvas de Trapisonda”

Clima y suelo:

Se adapta bien a un clima templado, aguantando bien los periodos secos, agradeciendo estar a pleno sol destacando su coloración. Crece bien en todo tipo de terrenos, incluso si es pobre y seco.

Usos:

El principal uso de esta planta es ornamental y para la creación de setos vivos. En sus lugares de origen, con los frutos comestibles se hacen compotas y licores, y las hojas y las ramillas sirven para teñir de pardo. Por otro lado, su madera es de mala calidad.

Juglans regia



Familia: *Juglandaceae*

Nombre científico: *Juglans regia*

Nombre común: Nogal

Distribución y hábitat:

Originario de Asia menor y del sudeste de Europa. Autóctona.

Descripción:

Es un gran árbol caducifolio de entre 25 y 35 m de altura. Con un tronco que puede superar los 2 m de diámetro, de color blanquecino o gris claro, robusto, y corto.

Hojas grandes pinnadas de 20 a 40 cm compuestas de 5 a 9 folíolos de color rojizo al brotar y después se tornan verde oscuro.

Flores femeninas y flores masculinas se dan en la misma planta, las primeras aparecen en las ramas del mismo año, agrupadas en racimos de dos a cinco florecillas pequeñas y de color rojizo, mientras que las masculinas brotan en ramas del año anterior formando amentos colgantes de entre 5 y 10 cm de color púrpura verdoso.

Los frutos se forman a través de las flores femeninas que forman un fruto globular de cáscara verde semi carnosa llamado popularmente “nuez”. Al contrario de lo que parece no entra dentro de lo que en botánica se considera como núcula, sino que al estar rodeado de una envoltura carnosa y otra capa interior dura se la considera drupa. Contiene una semilla corrugada de color marrón en su interior que los romanos llamaban “*Jovis glans*”, “Bellotas de Júpiter”, de este término deriva el nombre genérico *Juglans*. En otoño, todo el fruto, incluida la cáscara, caen al madurar.

Clima y suelo:

Deben evitarse lugares cuyas temperaturas primaverales puedan descender a menos de 1,1°C, ya que ocasionan daños por heladas en las inflorescencias masculinas, por lo que es muy sensible a heladas de primavera. Tampoco soporta las temperaturas de más de 38°C sin humedad, ya que produce quemaduras en la parte aérea del plantón. Es sensible a una sequía extrema. Mejor adaptado a climas templados. Se adapta bien a diferentes tipos de suelo, pero le va mejor un suelo permeable y suelto. No soporta el encharcamiento.

Usos:

Madera muy apreciada, junto a la del cerezo es una de las más apreciadas. Fruto comestible, la nuez. También tiene uso ornamental en parque y proyectos paisajísticos.

Populus alba



Familia: *Salicaceae*

Nombre científico: *Populus alba*

Nombre común: Álamo blanco

Distribución y hábitat:

Característico del centro y sur de Europa, Asia central y el norte de África, y en todo el territorio de la Península ibérica.

Descripción:

Árbol caducifolio de hasta 25 m de altura, de tronco recto y cilíndrico. La corteza es blanco-verdosa o grisácea y se agrieta longitudinalmente con la edad.

Las hojas son alternas, anchas y de forma muy variable (dentado-angulosas o palmeado-lobuladas), simétricas o no, verde claras por el haz y con un característico tomento blanquecino o plateado por el envés.

Las flores femeninas aparecen en ramos colgantes alargados (amentos).

Los frutos son cápsulas que se abren al madurar y liberan las semillas envueltas en un tejido algodonoso que favorece su dispersión por el viento. Se suele confundir esta pelusa, que producen todos los álamos y sauces, con el polen.

Clima y suelo:

Árbol que prefiere las zonas bajas y no sube tanto como sus congéneres en altitud, ya que no aguanta mucho las heladas. Adaptable para climas templados. No tiene grandes requerimientos en cuanto al tipo de suelo, pudiendo vivir en suelos pobres calcáreos.

Usos:

Soportan muy bien la contaminación. Muy utilizados de cortavientos. Madera blanda muy empleada para la fabricación de papel. Muy empleado ornamentalmente por el color claro de la corteza y de las hojas.

Prunus dulcis



Familia: *Rosaceae*

Nombre científico: *Prunus dulcis*

Nombre común: Almendro

Distribución y hábitat:

Su área natural está en el centro y sudoeste de Asia, y en el norte de África. En la Península es una planta introducida desde antiguo, probablemente por los fenicios y ampliamente distribuida por los romanos.

Descripción:

Arbusto o pequeño arbolillo que alcanza los 8 m, por lo general sin espinas aunque a veces las tiene. El tronco suele ser tortuoso, agrietado y se ennegrece con la edad.

Las hojas son caducas, simples, alternas, lanceoladas y serradas o crenadas en su margen. Miden 4-12 cm de largo por 1,2-4 cm de ancho.

Las flores salen en invierno, antes de que salgan las hojas, en grupos numerosos y aromáticos que son muy visitados por los insectos.

La parte carnosa del fruto es verde y, cuando se seca, se desprende para dejar al descubierto la semilla, que es la almendra.

Clima y suelo:

El almendro tiene gran elasticidad en su adaptación a condiciones diversas, siendo resistente a las altas temperaturas veraniegas y fríos invernales extremos, o hasta sobrevive a largos periodos de sequía (capaz de soportar tanto el calor como el frío). También es muy adaptable en cuanto al tipo de suelo, pudiendo resistir a suelos muy pobres y secos.

Usos:

Semilla del almendro comestible. La almendra se consume cruda, tostada, salada o ahumada, pero también en la gastronomía como complemento de guisos y ensaladas, y sobre todo en pastelería para elaborar tartas, turrónes, polvorones, mazapanes y un sinfín de dulces, herencia de la cultura árabe. Madera apreciada en ebanistería ya que es rojiza, muy dura y no se agrita con facilidad. A menudo se cultiva de manera ornamental ya que tiene una temprana y espectacular floración.

Cupressus sempervirens



Familia: *Cupressaceae*

Nombre científico: *Cupressus sempervirens*

Nombre común: Ciprés común

Distribución y hábitat:

Es una especie propia de las montañas semiáridas del este y sur del Mediterráneo como Líbano, Siria, sur de Grecia, Túnez o Marruecos. En España se le puede ver por toda su geografía como especie ornamental o en repoblaciones forestales puntuales.

Descripción:

Árbol perennifolio que puede medir hasta 35 m de altura en condiciones favorables. Presenta un porte variable según la inclinación de sus ramas, que le pueden dar un aspecto estrecho y columnar, o bien extendido o piramidal. Su corteza parda grisácea suele estar muy fisurada longitudinalmente en los ejemplares viejos.

Las hojas son unas pequeñas escamas, de apenas 0,5-1 mm de longitud, con ápice obtuso y de color verde oscuro mate que se solapan apretadamente y cubren completamente las ramillas.

Los cipreses suelen presentar separadamente conos masculinos y femeninos (especie monoica), pero en el mismo pie de planta. Los masculinos son muy pequeños (4-8 mm) y de color amarillo. Cuando los femeninos, verdes y redondos, son fecundados dan lugar a unos frutos leñosos, similares a una piña (estróbilos), que están formados por unas 8-14 escamas y tienen un diámetro de 2-3,5 cm.

Los frutos son una especie de piñas de color pardo grisáceo en la madurez y con una forma elipsoide o alargadamente esférica. Tardan casi 2 años hasta completar su desarrollo y, cuando ya están maduras, sus escamas se abren para liberar unas semillas pequeñas, aplanadas y con alas estrechas.

Clima y suelo:

Es una especie muy rústica, prosperando en todo tipo de suelos, excepto en suelos muy encharcados y salinos. Árbol muy adaptable tanto a climas cálidos como a climas húmedos, además tiene una gran resistencia a las sequías.

Usos:

Generalmente es para uso ornamental aunque se utiliza en ebanistería, talla, fabricación de buques y mobiliario. También se usan hojas como tisanas y los frutos para la elaboración de algunos ungüentos. Muy empleado como barreras cortavientos.

Olea europaea



Familia: *Oleaceae*

Nombre científico: *Olea europaea*

Nombre común: Olivo

Distribución y hábitat:

Es una especie distribuida por el área mediterránea y algunos puntos del litoral atlántico del suroeste de Europa. Si el olivo aparece cultivado o como ornamental en toda la Península e Islas Baleares.

Descripción:

El acebuche es un pequeño árbol cuyo porte no sobrepasa los 8-10 m. El tronco es corto y no muy recto, ancho en la base y con entrenudos, huecos y aspecto retorcido en los ejemplares añosos. Sus ramas a menudo acaban en punta afilada, algo de lo que carecen las variedades cultivadas, que son los olivos.

Las hojas son persistentes, opuestas, lanceoladas, de margen entero, puntiagudo, coriáceo, verde oscuras por el haz y plateado por el envés debido a una capa de pelillos muy densa que sólo se ve con lupa.

Las flores salen en primavera y son muy pequeñas, con 4 pétalos blanquecinos.

El fruto es una drupa, la aceituna o acebuchina, carnoso y con un hueso grande en su interior, que cuando madura torna del verde al violeta o negro.

Clima y suelo:

El olivo prospera mejor en situaciones cálidas y soleadas ya que resiste mucho las sequías prolongadas, aunque es capaz de adaptarse a otras menos benignas, soportando incluso los climas fríos. No soporta el exceso de humedad. Es por ello que necesita ser plantado en un sustrato fresco y bien drenado, donde crecerá sin problemas.

Usos:

Se trata de una especie silvestre que se explota desde tiempos inmemoriales por las propiedades de sus frutos, las aceitunas. Con el fruto se obtiene el aceite, empleado para alimentación, iluminación, componente básico de pomadas, cosméticos y otros ungüentos. La madera es de calidad excelente para tallar sobre todo objetos pequeños, ya que no es fácil encontrar troncos grandes, además de ser usada para combustibles y carbón vegetal. Su inclusión en jardinería se debe a la relativa facilidad que tiene el olivo de ser trasplantado en su edad adulta.

3.2. ESPECIES ARBUSTIVAS Y RESTO DE ESPECIES VEGETALES

Elección de especies de hoja caduca:

Nº ide.	Nombre científico	Nombre común
11	<i>Berberis thunbergii</i>	Agracejo rojo
12	<i>Forsythia x intermedia</i>	Forsitia
13	<i>Syringa vulgaris</i>	Lilo
14	<i>Vitis vinífera</i> subesp. <i>sylvestris</i>	Vid

Elección de especies de hoja perenne:

Nº ide.	Nombre científico	Nombre común
15	<i>Buxus sempervirens</i>	Boj común
16	<i>Campanula carpatica</i>	Campamillas
17	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavándula
18	<i>Lobularia maritima</i>	Lobularia
19	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero

3.2.1. FICHA TÉCNICA

Berberis thunbergii



Familia: *Berberidaceae*

Nombre científico: *Berberis thunbergii*

Nombre común: Agracejo rojo, agracejo púrpura, berberis

Distribución y hábitat:

Es una especie arbustiva propia de Japón y Asia occidental.

Descripción:

Arbusto de hoja caduca. Crece hasta 2 metros, siendo habitual de 0,5 a 1 m. Forma redondeada, muy espinosa.

Tiene una vegetación muy densa con hojas pequeñas color rojo púrpura. Las hojas son pequeñas, ovaladas de color púrpura, lo que le da un gran valor ornamental.

Su floración es en primavera, siendo las flores amarillas del berberis, pálidas y teñidas de rojo, aparecen en primavera y dan lugar a frutos rojos en otoño.

Clima y suelo:

Resistente a heladas, prefiere ambientes frescos y poco calurosos en verano. Admite todo tipo de suelos, preferiblemente calizos.

Usos:

Se emplea principalmente ornamental, utilizándose en grupos, borduras, setos bajos con formas específicas o libres o como planta solitaria. También se usa en bosques de protección avícola y en alimentación de insectos.

Forsythia x intermedia



Familia: *Oleaceae*

Nombre científico: *Forsythia x intermedia*

Nombre común: Forsitia, campana china, campanas doradas

Distribución y hábitat:

Propia del norte de Albania y del sur de Yugoslavia.

Descripción:

Arbusto de hoja caduca, vigoroso y rústico. Alcanza unos 2 m de altura.

Hojas de ovadas a lanceoladas, opuestas, con los bordes dentados o enteros de color verde medio, estas hojas opuestas, ovado-lanceoladas, pecioladas, margen serrado.

Flores de color amarillo dorado que aparecen antes que las hojas, con cuatro lóbulos.

El fruto es una cápsula puntiaguda que se abre por dos valvas.

Clima y suelo:

Muy resistente al frío, al calor y a la escasez de agua. Es muy adaptable a cualquier tipo de suelo, ya sea textura arenosa, franca o arcillosa, su parte subterránea crecerá con vigor con cualquiera.

Usos:

Se cultiva como planta ornamental en parques y jardines debido a su floración temprana y espectacular.

Syringa vulgaris



Familia: *Oleaceae*

Nombre científico: *Syringa vulgaris*

Nombre común: Lilo, lila

Distribución y hábitat:

Endémica de los Balcanes, en el sudeste de Europa, donde crecen las colinas rocosas

Descripción:

Es un pequeño árbol o un gran arbusto que alcanza los 6 – 7 m de altura, usualmente de múltiples tallos, produciendo troncos secundarios desde la base de las raíces. La corteza es gris – pardo, lisa en los jóvenes y agrietada longitudinalmente en los troncos más viejos.

Las hojas son simples, de verde claras a glaucas, de ovales a cordadas y de márgenes enteros. Van en pares opuestos u ocasionalmente en grupos de tres.

Las flores son de color lilas a malvas, ocasionalmente blancas y se sitúan en panículas densas terminales. Son de agradable perfume. Florecen en abril y mayo.

Los frutos son de cápsula seca, lisa y con dos semillas aladas.

Clima y suelo:

Necesita exposición soleada. Resistente a la sequía pero no si son sequías extremas. Requiere suelos neutros o ligeramente alcalinos, y con buen drenaje.

Usos:

Es una planta ornamental muy común en jardines y parques, debido a sus flores atractivas, de dulce aroma. Muchas de estas plantas de jardín son cultivares que tratan de potenciar el aroma y variar el color clásico de las flores lila y malva a blancas, cremas, rosas y púrpuras.

Vitis vinífera subesp. sylvestris



Familia: Vitaceae.

Nombre científico: *Vitis vinífera* subesp. *sylvestris*.

Nombre común: Parra de uvas, uva parra, vid.

Distribución y hábitat:

Esta especie de vid es nativa del suroeste y centro de Asia, el norte de África, el Cáucaso y el este, centro, sureste y suroeste de Europa. Además, la región mediterránea, es una zona típica de vides.

Se desconoce la región donde la vid se domesticó, pero de acuerdo con los hallazgos de semillas en un yacimiento neolítico, pudo haberse consumido desde antes de la Edad de Bronce.

Descripción:

La vid o parra es una planta trepadora de hoja caduca que cuenta con zarcillos para trepar. Los zarcillos son estructuras (tallo, hoja o peciolo) largas que son útiles para apoyarse y sujetarse a otras superficies o estructuras. El tronco de la planta es retorcido y de corteza fibrosa. Puede alcanzar hasta 35 metros de altura.

Las hojas son palmeadas, lobuladas y de bordes dentados, colocados de forma alterna. Miden de 5 a 20 centímetros de longitud.

Las flores crecen en racimos colgantes y presentan un color verde pálido.

Los frutos, son las uvas, desarrollándose también en racimos y mostrando una forma redonda u ovalada. De acuerdo con la variedad pueden ser de color verde claro hasta púrpura negruzco y contener de 2 a 4 semillas. Algunas variedades no tienen semillas.

Clima y suelo:

La vid es una especie que se adapta a un clima muy variado en cuanto a humedad se refiere, adaptándose tanto climas húmedos como a climas más secos. Los daños durante el reposo invernal pueden llegar a ser importantes si la temperatura desciende de -18°C . Prefiere veranos cálidos y secos. Un emplazamiento cálido, protegido y soleado, es lo ideal. Es poco exigente en cuanto a suelo se refiere, y se adapta a muchos tipos de suelos. Aunque le son especialmente favorables las tierras ligeras y bien drenadas. Los terrenos muy arcillosos son poco adecuados porque crece vigorosamente.

Usos:

De la vid se usan las hojas, los tallos y obviamente, los frutos. Estos son un ingrediente que desde la antigüedad se utiliza en comidas, bebidas y medicinas o remedios medicinales. Se cultiva específicamente para consumirla como fruta, pasas y vinos.

También se usa ornamentalmente formando emparrados de gran tamaño y belleza, ya que es una planta trepadora.

Buxus sempervirens



Familia: *Buxaceae*

Nombre científico: *Buxus sempervirens*

Nombre común: Boj común

Distribución y hábitat:

Esta especie habita en el centro y sur de Europa, norte de África, Cáucaso, Asia menor y sur del Himalaya. En la Península fundamentalmente en su mitad norte, asociado sobre todo a las montañas calizas. Es muy abundante en los Pirineos y sus inmediaciones.

Descripción:

El boj es generalmente un arbusto ramoso y siempre verde, que si se deja crecer toma el porte de un arbolito que llega hasta los 5 m y en ocasiones alcanza los 8 m. La corteza de joven es amarillenta y de consistencia corchosa, pero en los ejemplares adultos se agrieta mucho en placas pequeñas y grisáceas.

Las hojas son simples, opuestas, coriáceas, persistentes, tienen el margen entero y a veces están escotadas en el ápice. Son lampiñas de adultas, aunque de jóvenes son pelosillas en la base, el rabillo y las ramillas. Su forma es de ovalada a elíptica, no se suelen presentar planas sino algo combadas, es decir, con la lámina algo revuelta hacia el envés. Su color es verde intenso y brillante por el haz, mientras que el envés es verde pálido o amarillento, si bien en otoño pueden tomar un

característico color anaranjado a causa del frío o amarillear por una sequía prolongada. Miden 1,3-2,5 cm de largo por 0,7-1,2 cm de ancho y tienen un rabillo de hasta 2,5 cm de largo.

Hay flores masculinas y femeninas sobre el mismo pie de planta, pero están separadas en distintas ramillas. Son blanquecinas, aunque las masculinas se tiñen de amarillo al producir el polen.

Los frutos son cápsulas de hasta 7 mm de largo que tienen tres cuernecillos característicos cuando aún están cerrados. Florece al final del invierno o al comienzo de la primavera y sus frutos maduran en verano.

Clima y suelo:

El boj es una planta que prefiere exposiciones al semisombra, aunque puede tolerar una exposición al sol. Es muy resistente al frío, al viento y a la sequía. Se adapta a todo tipo de suelos aunque los prefiere con un pH neutro y con un buen drenaje.

Usos:

Su uso más conocido es como planta ornamental. Es habitual encontrarla en setos vivos en márgenes y linderos o en jardines formando figuras decorativas (poda topiaria). También se emplea como acompañante de flor cortada en ramos y para otros ornamentos realizados con plantas. Además su madera es muy valorada, por ser dura, densa, fina, homogénea, fácil de tornear, pulir y teñir, y sirve para fabricar pequeños objetos como cubiertos, mangos, botones, fichas e instrumentos musicales de viento como flautas, clarinetes y algunas piezas para las gaitas.

Campanula carpatica



Familia: Campanulaceae.

Nombre científico: *Campanula carpatica*.

Nombre común: Campanillas, Campánula, Farolillo de los Cárpatos.

Distribución y hábitat:

Esta especie es originaria de Transilvania y de los Montes Cárpatos.

Descripción:

Hierba perenne de unos 20-30 cm de altura y con tallos ramificados.

Las hojas son dentadas de contorno oval-redondeado.

Las flores: tienen forma de campana, de color azul o blanco. La época de floración se comprende entre principios de primavera y principios de otoño.

Clima y suelo:

Desde a plenos sol hasta semisombra. Cultivar ligeramente sombreada. Tierra de jardín, preferiblemente calcárea.

Usos:

Para jardines, en borduras, macizos y rocallas. También es empleada como cubres suelos en exposición soleada. Para macetas y jardineras por su espectacular floración, principalmente en verano.

Lavandula angustifolia.



Familia: Lamiaceae.

Nombre científico: *Lavandula angustifolia*.

Nombre común: Espliego, Lavanda, Alhucema, Espigolina, Lavándula.

Distribución y hábitat:

Esta especie se distribuye por toda la región mediterránea.

Descripción:

Arbustillo de hasta 1 m de altura. Puede vivir 6 años. Aparece en altitudes variables, hasta los 1.400 m. El tallo es grueso y leñoso y se extienden si no se podan.

Las hojas son largas (de unos 7,5 cm), puntiagudas y muy finas, tienen un color gris tomentoso al principio, que se va volviendo verde. Son de lineares a estrechamente lanceoladas, opuestas, enteras, más o menos coriáceas, glabras, más claras en el envés y de margen resolutivo. Son muy aromáticas.

Las inflorescencias son de tipo verticilastro dispuestas en pisos separados a lo largo del eje florífero, axilados por brácteas florales y una corona de brácteas que aparecen a lo alto de la inflorescencia, cuya función es atraer a los insectos polinizadores. La espiga floral puede tener varios aspectos tanto en su forma como en su color. Las flores son de color azul-ciolaceo,

aromáticas y pequeñas. La planta florece en verano y la recolecta de las flores para su uso medicinal se lleva a cabo en los meses de julio y agosto.

El fruto se presenta en tetranúcula.

Clima y suelo:

Emplazamiento soleado y cálido. Resistente a las heladas. Terreno calcáreo. Las plantas prefieren un suelo seco y bien drenado, preferiblemente pedregoso. Suelo ligero.

Usos:

Su mayor uso es ornamental, empleándose en grupos y también para borduras y setos bajos. Se utiliza también con fines culinarios o para productos cosméticos, gracias a sus buenas propiedades.

Lobularia maritima



Familia: Brassicaceae

Nombre científico: *Lobularia maritima*

Nombre común: Aliso marítimo, Canastillo, Canastilla de plata, Lobularia, Alison, Alisum.

Distribución y hábitat:

Es una especie que se caracteriza por distribuirse por toda la región mediterránea.

Descripción:

Planta herbácea anual o perenne de hasta 20 cm de altura, cultivada por sus flores.

Sus hojas son pequeñas, de 5 a 6 cm de largo y hasta 1 cm de ancho.

Las flores se caracterizan por ser blancas o rojizas, de unos 6 mm de diámetro, agrupadas en inflorescencias. La planta se cubre totalmente de flores y puede llegar a no verse el follaje. Produce intenso y agradable aroma. Periodo de floración largo, desde invierno hasta verano, y en zonas templadas puede durar todo el año.

Clima y suelo:

Es una especie que necesita luz solar intensa, con un ambiente ciertamente húmedo. Se desarrolla en climas templados, aunque es resistente al frío y tolera las heladas intensas. Tolerancia muchos tipos de suelo, aunque prefiere suelos fértiles con buen drenaje y con cierta humedad.

Usos:

Esta planta se utiliza principalmente de forma ornamental, mediante el aprovechamiento de sus flores. Se emplea en macizos, borduras y en el empleo de rocalla.

Rosmarinus officinalis



Familia: *Lamiaceae*

Nombre científico: *Rosmarinus officinalis*

Nombre común: Romero

Distribución y hábitat:

El romero es una planta originaria de la región mediterránea especialmente donde el suelo es más arenoso y seco.

Descripción:

Es un arbusto de hoja perenne de hasta 2 m. Es una planta muy aromática y con numerosidad de usos.

Las hojas son firmes, verdes oscuras por el haz y blanquecinas por el envés, provistas de abundantes glándulas de esencia.

Las flores son de un color azul violáceo pálido, con los estambres más largos que los pétalos y el labio superior de la corona curvado.

Los frutos, son secos con semillas menudas y oleosas

Clima y suelo:

Especie arbustiva muy resistente, tanto a heladas como a sequías. Se adapta muy bien al suelo que haya, pero el que mejor le va es el arenoso. Se adapta con facilidad a suelos pobres, salvo los suelos excesivamente arcillosos.

Usos:

El romero tiene numerosos usos. Como uso ornamental se emplea en grupos y también para borduras y setos bajos. Además tiene se utiliza como condimento en cocina, y también tiene varias aplicaciones tanto en medicina como en perfumería.

3.3. CÉSPED

Está formado por una mezcla de semillas de diferentes especies, debido a que estas adquieren una mejor adaptación y se comportan mejor que las variedades puras. Esto es porque una mezcla conlleva a ventajas agronómicas de las especies que la componen, contrarrestando la mayoría de sus inconvenientes. La mezcla elegida tiene las siguientes características:

- Composición de la mezcla:
 - 60 % *Lolium perenne* Esquire
 - 35 % *Festuca rubra* Gondolin
 - 5 % *Poa pratense* Evora

- Propiedades de la mezcla seleccionada:
 - **Facilidad de instalación:** Muy buena.
La instalación es muy sencilla y rápida.
 - **Resistencia al uso:** Muy buena.
Muy resistente mecánicamente a cualquier tipo de uso.
 - **Resistencia a la sequía:** Media.
Aguanta bien periodos de sequía pero no muy bien las extremas, ideal para climas templados.
 - **Finura y aspecto general:** Buena.
Su manejo no requiere mucha experiencia ya que posee un comportamiento regular y un buen aspecto durante todo el año.
 - **Facilidad de mantenimiento:** Buena.
Gracias a su resistencia, es un césped de fácil mantenimiento. Por ello sirve para todo tipo de uso (jardines familiares, públicos, piscinas o campos deportivos).

ANEJO 7

PROTECCIÓN VEGETAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. PLAGAS	2
2.1. INSECTOS.....	2
2.1.1. INSECTOS DEFOLIADORES.....	2
2.1.2. INSECTOS PERFORADORES DE TRONCOS Y RAMAS.....	4
2.1.3. INSECTOS CHUPADORES DE TEJIDOS Y ÓRGANOS	6
2.2. ÁCAROS.....	8
2.3. ANIMALES NO ARTRÓPODOS	8
3. ENFERMEDADES	9
3.1. HONGOS	9
3.2. BACTERIAS.....	10
3.3. VIRUS Y MICOPLASMAS	11
3.4. NEMATODOS.....	12
4. MÉTODOS DE CONTROL	12
4.1. METODOS DE CONTROL PREVENTIVOS	13
4.1.1. MANEJO DEL SUELO	13
4.1.2. MANEJO DEL AGUA	13
4.1.3. MANEJO DE LA VEGETACIÓN	13
4.1.4. LABORES CULTURALES PREVENTIVAS.....	14
4.1.5. OTROS SISTEMAS	14
4.2. MÉTODOS DE CONTROL BIOLÓGICO	14
4.2.1. CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS	14
4.2.2. CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES.....	15
4.3. MÉTODOS TERAPEUTICOS	16
4.3.1. MÉTODOS TERAPEUTICOS DE SANEAMIENTO	16
4.3.2. LABORES CULTURALES TERAPEUTICAS	16
5. TRATAMIENTOS.....	17
5.1. TRATAMIENTOS PREVENTIVOS.....	17
5.2. TRATAMIENTOS TERAPEÚTICOS	18

1. INTRODUCCIÓN

Es muy importante el conocimiento y análisis de las diferentes plagas así como de las enfermedades que pueden afectar al proyecto, tanto por motivos estéticos como económicos y sanitarios. Por ello hay que asegurar el buen estado y la conservación de las plantas que componen el proyecto, durante el mayor tiempo posible, y en buenas condiciones que aseguren el desarrollo de las especies.

El número de diferentes especies suele ser muy amplio, y cada una de esas plantas, tiene una serie de plagas y enfermedades más generalizadas e importantes que se pueden presentar en la zona del proyecto, y que a su vez pueden causar daños graves en las especies que lo componen.

Principalmente la forma en que se van a tratar las afecciones sanitarias que se puedan dar en la zona serán siempre de carácter preventivo y teniendo siempre muy presente el concepto de lucha integrada, intentando limitar lo máximo posible el uso de fitosanitarios, incluso si es posible su eliminación por completo, en el caso que no se imprescindible su empleo.

2. PLAGAS

Las plagas son todos los animales causantes de daños en las plantas. Su identificación es sencilla, normalmente, debido a su tamaño macroscópico y a los diferentes síntomas que provocan. Lo daños que las estos provocan se relaciona con la manera de alimentarse, en la mayoría de los casos. Las plagas pueden ser de insectos, ácaros y otro tipo de animales no artrópodos como el caracol, la babosa, etc.

2.1. INSECTOS

Se puede decir que los insectos es la plaga que más daño causa a los elementos vegetales, cuyos síntomas dependerán del tipo de insecto, y a su vez, cada insecto afectará o no, más o menos, dependiendo si la especie vegetal es una frondosa o conífera.

2.1.1. INSECTOS DEFOLIADORES

Los insectos defoliadores son aquellos que se alimentan de hojas y otros órganos que producen las especies frondosas arbóreas y arbustivas, así como de herbáceas de hoja plana durante primavera, verano y otoño. Es importante mantener un control, ya que un aumento excesivo de insectos defoliadores puede llegar a provocar defoliaciones importantes.

Estos insectos poseen un aparato bucal masticador, por ello los daños producidos por estos son fácilmente identificables.

Las especies más comunes que pueden provocar daños a las especies vegetales presentes en la zona del proyecto:

Orden Coleóptera

Se trata de escarabajos en general. Destacan casos particulares:

- Galeruca o Escarabajillo: *Galeruca viburni*
Es un pequeño escarabajo de color marrón, el cual ataca a las hojas tanto de adulto como de larva.
- *Galerucella lineola*
Esta especie ataca a chopos y sauces.
- Cetonias: *Cetonia aurata*
Son de color verde brillante, y miden 5 – 12 mm de largo, son de color oscuro Se comen las flores y también las hojas, brotes y capullos.
- Gorgojo: *Otiorhynchus sulcatus*
Esta especie ataca sobre todo a chopos.
- Cantárida: *Lytta vesicatoria*
Esta especie ataca sobre todo a chopos.

Orden Lepidóptera

Se trata en su inmensa mayoría del grupo de las mariposas, el cual engloba un gran número de insectos defoliadores. Destacan casos particulares:

- Oruga del zurrón: *Euproctis chrysorrhea*
Es una especie polífaga, y produce urticaria a personas y animales.
- *Nymphalis polidjloros*
Especie polífaga.
- *Malacosoma neustria*
Especie polífaga.
- *Yponomeuta sp.*
Agrupan una serie de mariposillas, cuyas larvas roen hojas y tejen sedas muy conspicuas en numerosas especies vegetales, entre ellas *Prunus sp.* Y *Euonymus sp.*, entre otras.

Orden Himenóptera

Varias especies del orden Himenóptera pueden alimentarse de las hojas de muchas especies vegetales. A este grupo pertenecen abejas, avispa, rentredidos, cinípidos y formícidos. Las larvas de este orden se llaman “falsas orugas” porque, aunque son parecidas a la de los lepidópteros, no

pertenecen a este orden. No suelen producir grandes daños ya que sus ataques son normalmente esporádicos.

Daños generales de los insectos defoliadores

La principal afección de estos insectos son los daños estéticos que producen a la planta que atacan. Pueden llegar a disminuir la vitalidad de las plantas en ciertas ocasiones, cuando el estado sanitario de la planta es malo, y dependiendo también de la intensidad del ataque de estos insectos y de la época del año en la que se produce el ataque.

Las larvas de Lepidópteros pueden tener pelos urticantes, que producen daños a personas y animales, aunque no se dan mucho en el caso de parques y jardines, más en las masas forestales.

Algunos tipos como los tortricidos pueden afectar preferentemente a las hojas más jóvenes, produciendo daños en la brotación de nuevas hojas. También algunos Coleópteros pueden atacar a las ramillas jóvenes causando daños también en la brotación.

Los insectos forman bolsas en los árboles o refugios, lo que hace que disminuya su valor estético durante un largo periodo de tiempo, hasta que este desaparezca.

Asimismo, en plantas cuyo follaje permanece un largo tiempo en el árbol, los daños producidos quedan patentes tanto tiempo como el que se tarde en renovarse por completo.

2.1.2. INSECTOS PERFORADORES DE TRONCOS Y RAMAS

Estos insectos pertenecen, la gran mayoría, a las órdenes Lepidóptera y Coleóptera, los cuales se alimentan de troncos, ramas e incluso de raíces. A estas especies se les denomina xilófagos (se alimentan de madera).

Algunos que pueden afectar, se nombran a continuación:

- Taladro amarillo: *Zeuzera pyrina*
Lepidóptero. Especie muy polífaga. Afecta a muchas especies de árboles frutales, forestales y ornamentales.
- Taladro rojo: *Cossus cossus*
Lepidóptero. Especie muy polífaga. Afecta a muchas especies de árboles frutales, forestales y ornamentales.
- *Paranthrene tabaniformis*
Lepidóptero. Especie que principalmente ataca a la especie *Populus spp.* (Chopos), aunque también puede afectar a especies de *Salix*, *Betula* y *Alnus*.
- *Sesia apiformis*
Lepidóptero. Especie que principalmente ataca a la especie *Populus spp.* (Chopos), aunque también puede afectar a especies de *Salix*, *Betula*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Tilia*.
- Gorgojo perforador del chopo: *Cryptorhynchus lapathi*

Coleóptero. Especie que como su nombre común indica, afecta principalmente a la especie *Populus spp.*

- *Saperda carcharias*

Coleóptero. Especie que afecta principalmente a la especie *Populus spp.*

Principales síntomas

- Los insectos perforadores suelen atacar a ejemplares débiles con falta de nutrientes.
- Aparece serrín en la corteza como producto de las perforaciones causadas por estos insectos.
- El síntoma principal es la aparición de ramas secas.

Zeuzera pyrina y *Cossus cossus*

Las orugas de estas especies ocasionan daños severos mediante la formación de galerías en árboles jóvenes y en arbustos grandes.

Son capaces de formar galerías en el interior de troncos de 1 cm de diámetro, donde se formará serrín debido a la abertura que producen al roer la madera.

Esta oruga es de color amarillo con numerosos puntos negros. Una vez termina de crecer puede alcanzar los 6 cm.

Estas larvas suelen atacar a las plantas débiles, con falta de nutrientes o a plantas muy envejecidas.

Barrenillos

Estos insectos pertenecen todos ellos a la orden Coleóptera y se comen la madera, además, sus galerías producen graves daños. Pueden provocar la muerte de ejemplares si estos anillan troncos o ramas del árbol por completo. Algunos ejemplos que afectan pueden ser:

- *Xyleborus dispar*

Especie muy polífaga. Estos atacan a los arces, chopos, etc.

- *Leperisinus fraxini*

Esta especie ataca principalmente al arce o *Robinia*.

- *Scolytus amygdali*

Esta especie afecta sobre todo a los almendros, olmos.

2.1.3. INSECTOS CHUPADORES DE TEJIDOS Y ÓRGANOS

Estos insectos pertenecen a la orden Hemíptera, y se les conoce como chupadores debido a su aparato bucal chupador (poseen un estilete que clavan en su huésped para alimentarse de sus jugos celulares o de la savia que circula por sus vasos). Los insectos chupadores que más daño producen son los que se alimentan de las hojas principalmente.

Moscas blancas

Este grupo de patógenos pertenecen a la orden Hemíptera y provocan daños tanto las larvas como los insectos en forma adulta. Son chupadores de la savia y vectores de virus.

- *Trialeurodes vaporariorum*
A esta especie se le denomina mosca blanca de los invernaderos, siendo una especie muy polífaga ya que afecta tanto a cultivos hortícolas como a ornamentales. Estos insectos son causantes de la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas a las que atacan. Los síntomas principales serán la decoloración de las hojas, hasta la caída prematura de estas si el ataque es intenso. Pueden ser vectores de virus, transmitiendo enfermedades virales a sus huéspedes.
- *Aleurothrixus floccosus* y *Hemisia* sp.
Especies muy polífagas que pueden causar daños en plantas ornamentales, especialmente en plantas de tejidos jóvenes.

Chinches

Existen numerosas especies de chinches fitófagas, las cuales se alimentan a través de su aparato bucal chupador, absorbiendo principalmente el floema de las hojas, por lo que producirán daños en su alimentación. Muchos de ellos transmiten virus, pero también muchos son depredadores ya que clavan su estilete en huevos o cuerpos de otros individuos y succionan sus líquidos.

Estos toman parte muy eficiente en el control natural de muchas plagas, por lo que a la hora de realizar tratamientos químicos, hay que tenerlos en cuenta en un entorno controlado.

Pulgones

Varios géneros pertenecen a la orden Hemíptera, suborden Homóptera, y súper familia Aphidoidea. Poseen un tamaño pequeño, entre 2 y 4 mm, con forma globosa, piriforme, con la cabeza y el final del abdomen más estrecho que el resto. Los individuos juveniles tienen un tamaño menos y no tienen alas.

Todos los estados de este parásito, excepto el estado de huevo, se alimentan mediante su huésped, parasitando el floema, y produciendo diversos tipos de daños. También pueden ser vectores de enfermedades víricas. Incluso la saliva de alguna especie puede ser fitotóxica.

Los principales síntomas son las deformaciones en las hojas, en los brotes y en algunos órganos. Forman colonias en el tejido del huésped mediante la formación de agallas.

Son insectos muy polífagos ya que atacan tanto a frutales, como a hortalizas y ornamentales.

Psila

Pertenecen a la orden Hemíptera, suborden Homóptera y súper familia Psylloidea. Los individuos adultos miden entre 2 y 5 mm de longitud. Poseen una cabeza prominente y ancha, con nervaduras de las alas sencillas y marcadas. Son muy inquietos y saltan y vuelan con agilidad y rapidez. Los individuos jóvenes son muy diferentes a los adultos, ya que poseen una forma general ovalada con cabeza ancha y aplanada.

Se alimentan del floema de las plantas en todos sus estados excepto en el de huevo. Prefieren el tejido de hojas y brotes. Pueden transmitir enfermedades de carácter vírico. Además la saliva de algunas especies es fitotóxica, originando enrollamientos o malformaciones donde se refugian las colonias. También generan coloraciones anómalas.

Algunos son monófagos, y cumplen la totalidad de su ciclo vital (una generación anual, raramente dos) sobre una sola especie hospedadora. Pero los adultos de otros son polífagos que emigran hacia plantas diferentes de aquellas en la que se criaron para alimentarse, aunque no se reproducen en ellas.

Un ejemplo principal de las especies que emigran a otras plantas para alimentarse:

- *Psylla pulchella*
Su huésped primario el árbol del amor o árbol de Judas (*Cercis siliquastrum*).

Cochinillas

Las especies que engloba este grupo pertenecen a la orden Hemíptera, suborden Homóptera y súper familia Coccoidea. Se alimentan de la savia de las plantas a través de su aparato bucal picador – chupador, que secreta melaza sobre la que se desarrollan hongos.

Tienen un estilete que insertan en el vegetal para alimentarse de sus jugos celulares o del floema, lo que provoca un debilitamiento general de las plantas, provocando incluso la muerte en ramas o de individuos. Pueden asentarse sobre yemas, frutos, tallos, hojas, troncos y raíces.

Se pueden destacar las siguientes especies:

- *Quadraspidiotus perniciosus*
También conocido comúnmente como piojo de San José. Es una especie polífaga, afectando a árboles frutales, especies ornamentales y a los chopos (*Populus sp.*).L
- *Lepidosaphes ulmi*
Especie polífaga que afecta al nogal (*Juglans regia*), al boj (*Buxus sempervirens*) chopos (*Populus sp.*) entre otros.

2.2. ÁCAROS

Los ácaros son artrópodos pertenecientes al grupo Arachindae. Poseen un aparato bucal chupador y se alimentan de la savia de sus huéspedes. Es una plaga que se extiende muy fácil debido a la gran capacidad reproductiva que poseen. Destacan los ácaros tetraníquidos y los ácaros eriófilos.

Ácaros tetraníquidos

Estos artrópodos pueden desarrollarse varias generaciones anuales y tienen una gran capacidad de proliferación. Son artrópodos muy móviles y pueden ser transportados por el viento, por ello sus ataques se propagan con gran velocidad.

Pueden invadir la planta por completo, provocando la muerte de las hojas y por ello defoliaciones prematuras. La mayoría tejen seda que recubren el envés de la hoja. Se alimentan perforando las hojas para absorber los jugos celulares, provocando un descenso de los niveles de clorofila y en un incremento de la evaporación en el vegetal.

Ácaros eriófilos

Estos arácnidos, en cambio, se desplazan a distancias cortas y proliferan lentamente, aunque también pueden desarrollar varias generaciones al año. Su actividad induce a la proliferación celular anómala en los órganos de los que se alimentan. Esto da lugar a agallas, bronceados y erinosis. Prefieren los tallos y las hojas jóvenes de sus huéspedes, por lo que su actividad dañina suele limitarse a la época primaveral.

2.3. ANIMALES NO ARTRÓPODOS

Caracoles y babosas

La presencia de estos animales puede provocar daños, sobretodo en plantas herbáceas. Su actividad cesa con las bajas temperaturas invernales o con las épocas de sequía.

Topos y topillos

Presentan daños a través de galerías que excavan, provocando alteraciones estéticas y desniveles en el suelo, llegando a descalzar plantas y ocasionar daños en las raíces. Además pueden comer hojas, tallos y frutos en el exterior.

Acciones antrópicas

El ser humano puede realizar acciones que perjudiquen la zona como por ejemplo: podas; tratamientos fitosanitarios; daños por el paso de maquinaria, personas y manejos de herramientas; plantaciones inadecuadas; fertilizaciones inadecuadas.

3. ENFERMEDADES

El término de enfermedad agrupa a organismos tales como los hongos, virus, bacterias y micoplasmas que son responsables tanto directa como indirectamente, de alteraciones en el metabolismo de las distintas especies vegetales.

Como enfermedades típicas del jardín tenemos las producidas por hongos del suelo y de la madera, la roya, entre otras. En ocasiones aparecen Bacterias y Virus. Para luchar contra los hongos se aplican fungicidas; las Bacterias y Virus no tienen remedio.

3.1. HONGOS

Los hongos pueden tener diversos síntomas en diferentes zonas de la planta

Hongos del suelo

Este grupo lo componen distintos géneros de hongos que dañan el cuello de la raíz y de las raíces de la plantas. En algunas ocasiones, algunos de ellos se vuelven patógenos, mientras que otros son parásitos que ocasionan daños importantes en las plantas huésped.

Ejemplos que pueden llegar a afectar son:

- *Phytophthora spp, Phytophthora spp.*
Especies muy polífagas, y extremadamente agresivas. Muy frecuentes en Thuyas (*Thuja*) y Cipreses (*Cupressus sp.*).
- *Fusarium oxysporum, Fusarium solani.*
Especies polífagas.

Todas estas especies hongos producen enfermedades en la planta. Las hojas adquieren tonalidades amarillas y se marchitan, volviéndose a continuación marrones. La planta termina muriendo por la pudrición de raíces y la base del tallo.

La principal causa de infección es el riego excesivo o el mal drenaje. Las raíces se asfixian y el inóculo se infecta.

Hongos de la madera

Estos hongos aparecen en forma frecuente sobre los troncos y ramas de los árboles debilitadas, debido a podas abusivas o cualquier daño mecánico. El debilitamiento también puede estar ocasionado por malas condiciones a la hora de la vegetación o por el propio envejecimiento natural.

Los principales daños que producen estos hongos son la rotura de ramas, pudriciones internas y olores desagradables. Esto va a producir una gran pérdida del valor ornamental y de la resistencia mecánica.

Estos daños pueden ser producidos por los siguientes hongos:

- *Polyporus sp.*, *Fomes sp.*
- *Laetiporus sulupureus*, *Ganoderma sp.*, *Phelliinus sp.*, *Inonotus tamaricis*.

Royas

Enfermedad causada por los siguientes hongos:

- *Puccinia sp.*
- *Uromyces sp.*
- *Phragmidium sp.*

Estos hongos atacan a todo tipo de frondosas, causando la defoliación de las mismas, provocando un decaimiento de toda la planta. Se caracteriza por la aparición sobre las hojas y tallos de unas pústulas o bultitos de color rojo, castaño, naranja o amarillento, dependiendo del tipo de roya. Producen decoloraciones amarillentas en la parte superior. Las hojas muy afectadas se secan y se desprenden.

El principal factor de riesgo es un exceso de humedad, temperatura suave y lluvias prolongadas, surgiendo principalmente al inicio de la primavera y en otoños lluviosos.

Seridium de las Cupresáceas

Denominado científicamente como *Seiridium cardinale*. Este es un hongo parásito, cuyos ataques son muy frecuentes, penetrando en los vegetales a través de vías de entrada naturales (galerías, rozamientos, picaduras de insectos, etc.) o artificiales (heridas de poda principalmente).

Este hongo produce severos daños, tales como la muerte de las ramas, e incluso de pies completos si no se logra controlar la infección, lo que provoca una pérdida de funcionalidad y a su vez del valor ornamental de las especies afectadas.

3.2. BACTERIAS

Los efectos que causan la acción de las bacterias varían en función del agente actuante, y de las plantas a las que afectan. Su propagación se produce a través de medios muy diversos, como son los materiales de reproducción, el agua de riego, el estiércol, las lesiones mecánicas o de origen biótico, o mediante el empleo de herramientas que se usan en el manejo de las plantas.

El síntoma principal es la formación de manchas y podredumbres húmedas que desprenden mal olor.

Algunos ejemplos característicos de bacterias serían:

- *Pseudomonas berberidis*
Berberis. Hojas con manchas acuosas de color verde oscuro al principio y luego rojo purpúreo.

- *Xanthomonas pruni*
Ataca a las planas del género *Prunus*.
- *Xanthomonas populi*
Ataca a las planas del género *Populus*.
- *Agrobacterium tumefaciens*
Ataca a las plantas del género *Cupressus*, *Forsythia*, *Syringa*, entre otros.
- *Erwinia caratovora* subsp. *Caratovora*, *Erwinia chrysanthemi*, *Agrobacterium tumefaciens*.
Son especies muy polífagas, y tienen graves efectos sobre las plantas que infecta.
- *Ewinia anylovora*
Es el conocido como fuego bacteriano de los rosales o chamusco de las ramillas. Afecta a las Rosáceas, a muchos frutales, arbustos como *Cotoneaster sp.*, etc. Este ataca a las ramas más jóvenes y a los brotes, los cuales aparecen como quemados, destacando en verano. Producen principalmente un fuerte daño estético. Después se forman chancros en las ramas, que producen una viscosidad bacteriana amarilla o blanca, según el huésped, y los chancros en el tronco y cuello de la raíz provocan la muerte de la planta por completo.

Los daños que ocasionan pueden ser muy graves, provocando la muerte rápida de plantas, o leves. En caso de producirse un ataque leve lo más importante, es la disminución del valor ornamental de las plantas afectadas.

3.3. VIRUS Y MICOPLASMAS

Todas las plantas ornamentales pueden sufrir infecciones de virus. Estos microorganismos son agentes patógenos de difícil identificación y análisis, además de ser un grupo que suele afectar a las especies utilizadas de manera ornamental.

Los virus son partículas que solo son capaces de reproducirse en células vivas, por lo que tienen un parasitismo obligado. Su actividad consiste en alterar los procesos de síntesis de su huésped en beneficio propio, y suelen invadir el floema y los tejidos parenquimatosos. Además, los micoplasmas también realizan un parasitismo obligado, pero invadiendo solamente las células del floema.

Los principales síntomas en ambos son:

- Deformaciones y enrollamiento en sus hojas.
- Punteaduras amarillentas conocidas con el nombre de mosaicos.
- Raquitismo. No tienen crecimiento normal, quedando raquílicas.
- Síntomas sobre flores. Variegación en los pétalos.
- Amarilleamiento de las plantas.

La transmisión del virus se realiza a través de las semillas y polen, por injertos, heridas o lesiones. También puede producirse por contacto con ejemplares enfermos, y a través de hongos y vectores.

Los principales daños que ocasionan, derivan de la pérdida del valor ornamental de las especies afectadas, además estas sufren un debilitamiento progresivo de las plantas, llegando incluso a morir.

3.4. NEMATODOS

Los nematodos son diminutos invertebrados de tamaño microscópico de unos 0.2 mm que se introducen en las raíces para alimentarse de ellas. Cuando el número de nematodos es elevado pueden llegar a matar a la planta. Los más característicos son:

- *Meloidogyne incognita*
Especie de nematodo muy polífaga, que aparece muy frecuentemente.
- *Pratylenchus sp.*
Esta especie suele darse en praderas y macizos con céspedes.

Los principales daños que ocasionan son la disminución del crecimiento, el debilitamiento de la planta, incrementa la susceptibilidad de la planta al frío invernal, a los hongos y alas bacterias. Debido a la acción de estos agentes, se puede producir una muerte del vegetal. Los nematodos también pueden provocar la aparición de virosis en el huésped.

4. MÉTODOS DE CONTROL

Los diferentes métodos de control se pueden clasificar dependiendo del momento en el que se empleen.

- Métodos de control **preventivos**: cuando lo que se pretende es evitar la aparición de agentes nocivos.
- Métodos de control **terapéuticos**: una vez el agente nocivo ya está presente provocando daño, lo que se pretende es la eliminación de este. En este caso, y con el objetivo de favorecer un manejo sostenible de los métodos terapéuticos y evitar el uso excesivo de productos químicos, se pretende llevar a cabo el empleo de métodos de control **biológico**, tanto para plagas como en el caso de enfermedades, antes de emplear los métodos de control terapéuticos.

Siempre se va a pretender llevar a cabo un control sostenible de plagas y enfermedades, buscar alternativas a los productos químicos; y en el caso de que los productos fitosanitarios sean necesarios, emplearlos con responsabilidad.

4.1. METODOS DE CONTROL PREVENTIVOS

Para una adecuada prevención es necesario realizar una serie de técnicas, que se describen a seguidamente, en combinación a una correcta planificación de la zona, una adecuada manipulación del entorno y de las especies vegetales que lo forman.

4.1.1. MANEJO DEL SUELO

- En primer lugar hay que conocer las condiciones iniciales del suelo antes de realizar cualquier otra acción, con una realización de un análisis del suelo y del agua.
- Mejora de las propiedades físicas y químicas del terreno antes de realizar la plantación, y también durante la estancia de estas en el terreno, en el caso de que las plantas requieran estas medidas.
- Adecuada elección del fertilizante, indicando para el suelo en el que se aplica, así como la realización adecuada para las distintas plantas, en función de las características y necesidades de la planta y del suelo

4.1.2. MANEJO DEL AGUA

- Aporte de agua regular y adaptado a las necesidades de cada elemento vegetal, mediante una agrupación correcta de los elementos vegetales en función de las necesidades hídricas, y mediante un buen diseño del sistema de riego.
- Evitar un riego excesivo, el cual es un factor muy importante a la hora de la prevención de enfermedades.
- Para el diseño del sistema de riego hay que tener en cuenta las características edáficas de textura y estructura.
- Agua de riego con calidad aceptable.

4.1.3. MANEJO DE LA VEGETACIÓN

- En cuanto a la elección de especies y variedades se debe procurar que estén adaptadas a las condiciones medioambientales de la zona, y cuya calidad esté contrastada.
- Emplear, siempre que se pueda especies que estén de forma natural en el entorno.
- El material vegetal tiene que estar certificado como libre de virus, para evitar cualquier expansión de la enfermedad.

- Una vez la planta o la parte de la planta esté afectada por cualquier problema sanitario, se debe retirar inmediatamente, llevarlo a un vertedero, y si es posible quemarlo.
- Localizar y eliminar cualquier foco de proliferación de hongos, ácaros e insectos en zonas no cuidadas del entorno.
- No almacenar restos vegetales en las inmediaciones de la zona del proyecto, ya que si está infectada se puede propagar con facilidad.

4.1.4. LABORES CULTURALES PREVENTIVAS

Estas labores culturales preventivas, son diferentes operaciones que se pueden realizar en el suelo o en la propia planta con el fin de mantener el mayor equilibrio posible en el medio

Estas labores pueden ser las siguientes:

- Adecuación de riegos.
- Realización de abonado, así como enmiendas físicas y químicas.
- Realización de podas, saneamientos y cirugía arbórea.
- Reciclado del material vegetal desechado.

4.1.5. OTROS SISTEMAS

Son sistemas que se emplean en casos muy concretos, por lo que deben de ser estudiados con precisión, ya que resultan ineficaces en muchas ocasiones

- Cajas nido para aves y murciélagos.
- Trampas de feromonas. Mantienen las poblaciones de insectos por debajo del umbral de daños.

4.2. MÉTODOS DE CONTROL BIOLÓGICO

4.2.1. CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS

Control biológico mediante depredadores

El depredador es un organismo que ataca, mata y se alimenta de varios o muchos otros individuos (presas) a lo largo de su vida.

FAUNA ÚTIL EN LA LUCHA BIOLÓGICA	
Plaga	Depredadores
Moscas blancas	<i>Encarsia Formosa</i> , <i>Eremocerus eremicus</i> , <i>Eremocerus mundos</i>
Minadores	<i>Dacnusa sibirica</i> , <i>Diglyphus isaea</i> , <i>Chrysonomya formosa</i>
Ácaros	<i>Phytoseiulus persimilis</i>
Trips	<i>Amblyseius cucumeris</i> , <i>Orius laevigatus</i>
Pulgones	<i>Aphidius colemani</i> , <i>Chrysoperia camea</i> , <i>Lyphiebus testaceipes</i>
Orugas	<i>Podisus maculventris</i> , <i>Trichogramma brassicae</i>

Control biológico mediante lucha microbiológica

Este método se basa en el control biológico mediante microorganismos, empleándose como enemigo natural el patógeno.

Actualmente su uso práctico se enfoca en dos sentidos:

- Reducción de las poblaciones de una plaga a largo plazo (estrategia inoculativa o de conservación).
- Utilización similar a plaguicidas para un control a corto plazo (estrategia inundativa).

Dentro de los microorganismos estudiados, el que ha presentado un mayor desarrollo práctico es la bacteria *Bacillus thuringiensis*, capaz de producir cristales de proteínas, que pueden ser tóxicos para insectos y ácaros. Posteriormente se escoge una variedad como tratamiento de insecticida biológico.

4.2.2. CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES

El Control Biológico de Enfermedades (CBE) se puede definir como la reducción de la densidad de propágulo o de las actividades inductoras de enfermedad de un patógeno, en estado activo o durmiente, por la acción de uno o más organismos. Interviene un tercer elemento vivo (junto con el huésped y el patógeno), que se denomina antagonista o adversario

Un microorganismo antagonista puede presentar cinco modos de acción frente a un patógeno:

- Competencia: por espacio, por nutrientes o por factores de crecimiento.
- Antibiosis: inhibición del crecimiento de un organismo por la acción de una sustancia producida por otro organismo.
- Explotación: depredación y parasitismo.
- Resistencia inducida: mecanismos de defensa del huésped.
- Lisis: destrucción enzimática total o parcial de un organismo.

Su aplicación se basa en:

- Explotación del control biológico natural (Biocontrol): puede estar operando donde un patógeno causa poca o ninguna enfermedad en un ambiente aparentemente favorable o donde un patógeno no es capaz de establecerse.
- Modificación del ambiente: favorece la actividad de los antagonistas ya presentes en el. Mediante una adición de materia orgánica
- Introducción de antagonistas: cuando los patógenos no son inhibidos por los antagonistas naturales, se puede conseguir un control biológico aumentando la cantidad de estos mediante su introducción en el ecosistema.

4.3. MÉTODOS TERAPEUTICOS

Estos métodos son empleados cuando hay un organismo nocivo que produzca daños en la vegetación. Antes de su empleo es necesario determinar las causas originarias del problema, así como su procedencia. Una vez se identifica el agente dañino, se planifica la forma de actuación y época en la que se va a actuar, con el fin de contrarrestar los efectos negativos que provoca, y teniendo en cuenta los costes que puede implicar dicha actuación y la rentabilidad para las especies sobre las que se debe actuar.

4.3.1. MÉTODOS TERAPEUTICOS DE SANEAMIENTO

Los principales métodos terapéuticos para evitar la propagación de agentes dañinos en el suelo y a su vez en las plantas son los siguientes:

- Eliminación de partes concreta o de la totalidad de los vegetales afectados, en función de la gravedad del problema. Si se hace imprescindible la supresión completa de plantas, se debe efectuar el destocoado para evitar molestias, si lo que se pretende es reemplazarlo por otro ejemplar, también para eliminar del suelo cualquier residuo que contenga agentes dañinos o que puedan generar nuevos.
- Desinfección de la tierra donde estaba alojado el agente perjudicial, sobre todo si el principal problema está localizado en las raíces.

4.3.2. LABORES CULTURALES TERAPEUTICAS

Cualquier tipo de operación o actividad de mejora del drenaje, abonado, riego y mejora de las características del suelo, que ayude a las especies vegetales a superar los problemas que se hayan podido producir, se consideran métodos terapéuticos a la hora de luchar contra el agente patógeno ya instaurado.

5. TRATAMIENTOS

Ya conocidas la mayoría de las plagas y enfermedades que pueden afectar a las especies vegetales que conforman la zona del proyecto, se puede determinar el realizar una serie de tratamientos tanto de carácter preventivo, como terapéutico, con la finalidad de evitar o minimizar los daños producidos por las plagas y enfermedades más comunes, así como las que sean más perjudiciales para la planta.

Hay que señalar, que debido a la variedad de especies vegetales empleadas, es complicado establecer tratamientos contra cada uno de los problemas que pueden aparecer en estas. Por ello se plantean tratamientos generales preventivos y terapéuticos.

5.1. TRATAMIENTOS PREVENTIVOS

Para un tratamiento preventivo general se va a emplear el **Trianium - P** (*Trichoderma harzianum* T - 22).

Este es un biofungicida de origen biológico que se utiliza para la disminución de las enfermedades originadas en el suelo. Además de ser un promotor de crecimiento, que incrementa la resistencia de las plantas frente a enfermedades y condiciones no adecuadas de riego, fertilización y/o climáticas.

Su uso está recomendado para cultivos hortícolas, bulbos, especies ornamentales y céspedes, al aire libre o bajo protección, indiferentemente.

La materia activa que contiene el producto es:

- *Trichoderma harzianum* cepa T – 22: esporas en polvo 1,15 % p/p.
- Ingredientes inertes 98,85 % p/p.
- *Trichoderma harzianum* cepa T – 22: $1,0 \times 10^9$ esporas/gramo.

Este contiene esporas del hongo beneficioso *Trichoderma harzianum* cepa T – 22, que desarrollo micelio que crece a lo largo de las raíces de la planta, protegiéndola contra diferentes enfermedades.

La aplicación de este producto se va a realizar directamente después de la implantación de las especies vegetales, con una dosis determinada:

- 3 g/m² (en 10 litros de agua)
- En zonas de césped se realizarán dos aplicaciones de 35 g/100m², con un intervalo de 2 a 4 semanas, y con una temperatura que supere los 8°C.

5.2. TRATAMIENTOS TERAPEÚTICOS

En cuanto a los tratamientos terapéuticos, se emplearán en el caso de que no hayan funcionado los métodos de control preventivos. Para ello se empleará un insecticida biológico llamado **DiPel**.

Este producto es un insecticida biológico en forma granulada dispersable en agua, que contiene toxinas cristalinas y esporas de *Bacillus thuringiensis subespecie kurstaki* 32 % p/p. Este producto afecta a gran variedad de especies tanto en hortícolas como en ornamentales, siendo muy empleado como insecticida biológico.

ANEJO 8

FERTILIZACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. RESUMEN ESTUDIO EDAFOLÓGICO	2
3. ABONADO DE FONDO	2
3.1. DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO A APORTAR	3
3.2. DETERMINACIÓN DEL POTASIO A APORTAR	3
3.2.1. FERTILIZANTE A APLICAR	5
3.2.2. APLICACIÓN DEL ABONO.....	5
3.3. DETERMINACIÓN DEL MAGNESIO A APORTAR	6
4. ABONADO DE MANTENIMIENTO.....	7
4.1. CÁLCULO DE LA DOSIS	7
4.2. FERTILIZANTE A APLICAR	8
4.3. ÉPOCA DE APLICACIÓN	9

1. INTRODUCCIÓN

La determinación de las cantidades de abonado a emplear en el proyecto, se va a realizar en función de los resultados obtenidos en el anejo de análisis de suelo.

El abonado a realizar en las zonas deseadas será de dos tipos, cada uno de ellos con sus propios cálculos bien diferenciados. El primero que se realizará será un abonado de fondo o de corrección, que se lleva a cabo antes de la implantación de las especies vegetales y del césped. El segundo abonado realizado es el abonado de mantenimiento o de cobertera, una vez haya pasado un año de la plantación de las especies vegetales, para así reestablecer los elementos minerales del suelo.

Las necesidades nutritivas para la realización del abonado de mantenimiento que hay que tener más en cuenta son las del césped, ya que suponen la mayor cantidad de las extracciones de los elementos minerales, debido a las regulares siegas. A las extracciones minerales de césped se le unen las que proceden de las demás especies vegetales.

2. RESUMEN ESTUDIO EDAFOLÓGICO

Estos datos son sacados del boletín de análisis de suelo. Por lo tanto las propiedades físicas y químicas del suelo serán las siguientes:

- Textura: suelo franco, próximo a franco – arenoso.
- pH: ligeramente básico con un valor de 8.3.
- Conductividad: suelo no salino, conductividad baja de 0.16 mmhos/cm.
- Materia orgánica: contenido muy bajo del 0.64 %.
- Caliza activa: contenido bajo.
- Carbonatos: nivel bajo, aunque prácticamente en niveles normales.
- Magnesio: gracias a las relaciones K/Mg y Ca/Mg, se observa que hay carencia de este.

3. ABONADO DE FONDO

El abonado de fondo se realiza antes de implantar las especies vegetales, aprovechando las labores profundas de preparación del terreno. El objetivo principal a la hora de realizar el abonado de fondo es crear una reserva importante de potasio y fósforo a nivel radicular. Es recomendable el aporte de abono orgánico para una mejora de la estructura del suelo. Por ello la fertilización irá encaminada al aumento de estos dos elementos.

3.1. DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO A APORTAR

El objetivo del abonado de fondo es elevar las reservas de este elemento en un suelo calificado como pobre, para tener una concentración propia de un suelo medio. El contenido en fósforo es de 54,3 ppm, considerándolo como rico en fosfatos.

El método de análisis utilizado para la determinación de la cantidad de fósforo presente en el suelo, es el método Mehlich 3 E ICP, por lo que es necesario extrapolar el resultado a otro método, como es el método Olsen para el que contamos con los valores medios de fósforo que debe alcanzar el suelo.

Relación método Mehlich 3 y método Olsen:

$$[P]_{\text{Mehlich 3}} = 1.44 \times [P]_{\text{Olsen}} + 6.19 \rightarrow [P]_{\text{Olsen}} = \frac{54.3 - 6.19}{1.44} = 33.41 \text{ ppm}$$

$$[P]_{\text{Olsen}} = \mathbf{33.41 \text{ ppm}}$$

La relación entre la fertilidad del suelo y las cantidades determinadas en extracto a través del método Olsen para el fósforo:

- Suelo pobre: $P < 5 \text{ ppm}$
- Suelo medio: $5 \leq P < 10 \text{ ppm}$
- Suelo rico: $P \geq 10 \text{ ppm}$

Según la clasificación anterior, la cantidad de fósforo de suelo, según el método Olsen es de 33,41 ppm por lo que se considera un suelo rico en fósforo. Por tanto, no será necesario aportar fósforo en el abonado de fondo.

3.2. DETERMINACIÓN DEL POTASIO A APORTAR

La clasificación de un suelo en función de su contenido en potasio, se determina mediante el método del acetato amónico, y viene clasificada a continuación:

- Suelo muy pobre: $K \leq 94 \text{ ppm}$
- Suelo pobre: $94 < K \leq 156 \text{ ppm}$
- Suelo medio: $156 < K \leq 293 \text{ ppm}$
- Suelo rico: $K > 293 \text{ ppm}$

La determinación de la cantidad de potasio de la muestra analizada se realizó mediante el método Mehlich 3 E ICP, dando un resultado de 169 ppm. Ajustándolo al método del acetato amónico, el resultado sería:

$$[K]_{\text{Mehlich 3 E ICP}} = 2 \times [K]_{\text{Acetato}} \rightarrow [K]_{\text{Acetato}} = \frac{169}{2} = 84.5 \text{ ppm}$$

$$[K]_{\text{Acetato}} = 84.5 \text{ ppm}$$

Según la clasificación anterior, la concentración de potasio de la muestra de suelo analizada se sitúa dentro del intervalo clasificado como suelo muy pobre. Por ello, se deberá realizar un abonado de fondo que eleve el contenido de potasio hasta los niveles de un suelo medio.

Las cantidades de potasio a aplicar en el abonado para un correcto desarrollo de la estrategia de fertilización, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta K = K_f - K_i \rightarrow \Delta K = 157 - 84.5 = 72.5 \text{ ppm}$$

$$\Delta K = 72.5 \text{ ppm}$$

K_f: nivel de potasio cambiable deseable (suelo medio)

K_i: nivel de potasio cambiable inicialmente presente en el suelo

Para conseguir que el nivel de potasio en el suelo sea normal es necesario incrementar su contenido en 72.5 ppm.

A continuación, se incluyen los cálculos a realizar para obtener las cantidades de potasio y de K₂O por unidad de superficie.

$$\frac{72.5 \text{ g K}}{1 \times 10^6 \text{ kg}} \times 0.3 \text{ m} \times \frac{1 \times 10^4 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} \times \frac{1.4 \times 10^3 \text{ kg suelo}}{\text{m}^3} = 304.5 \frac{\text{kg K}}{\text{ha}}$$

$$\frac{304.5 \text{ kg K}}{1 \text{ ha}} \times \frac{1.2 \text{ kg K}_2\text{O}}{1 \text{ kg K}} \times = 365.4 \frac{\text{UF K}_2\text{O}}{\text{ha}}$$

3.2.1. FERTILIZANTE A APLICAR

A la hora de llevar a cabo la fertilización potásica de fondo, se empleará un abono simple, el sulfato potásico. El sulfato potásico es apto para cualquier tipo de suelo, y posee una riqueza del 48 % de K_2O . La cantidad de abono que hay que aplicar, se determinará a través de la siguiente ecuación:

$$\frac{365.4 \frac{UF K_2O}{ha}}{0.48} = 761.25 \frac{kg}{ha}$$

$$\text{Cantidad de sulfato potásico} = \mathbf{761.25 \frac{kg}{ha}}$$

3.2.2. APLICACIÓN DEL ABONO

Para realizar un abonado correcto, hay que realizarlo de forma fraccionada, de manera anual, y en función del abonado de fondo. Para ello, hay que calcular el número de años en los que se va a realizar la aplicación de los 761.25 kg por hectárea de sulfato potásico, y así realizar la corrección del potasio.

$$n = \frac{761.25 \frac{kg}{ha}}{85.34 \frac{kg}{ha} \times \text{año}} = 8.92$$

$$\mathbf{n \approx 9 \text{ años}}$$

Entonces, la corrección de potasio del suelo se llevará a cabo en 9 años. Esto quiere decir que el suelo tendrá niveles normales de potasio en nueve años.

3.3. DETERMINACIÓN DEL MAGNESIO A APORTAR

La clasificación de un suelo en función de su concentración de magnesio, se determina mediante el método del acetato amónico, y viene clasificada a continuación:

- Suelo muy pobre: $Mg \leq 43$ ppm
- Suelo pobre: $43 < Mg \leq 61$ ppm
- Suelo medio: $61 < Mg \leq 97$ ppm
- Suelo rico: $97 < Mg \leq 158$ ppm

La determinación de la cantidad de magnesio de la muestra analizada se realizó mediante el método Mehlich 3 E ICP, dando un resultado de 158 ppm. Ajustándolo al método del acetato amónico, el resultado sería:

$$[Mg]_{\text{Acetato}} = \frac{[Mg]_{\text{Mehlich 3 E ICP}}}{2} = \frac{158}{2} = 79 \text{ ppm}$$

$$[Mg]_{\text{Acetato}} = \mathbf{79 \text{ ppm}}$$

Según la clasificación anterior, la concentración de magnesio de la muestra de suelo analizada se sitúa dentro del intervalo clasificado como suelo medio. Por ello, no será necesario aportar magnesio en el abonado de fondo.

4. ABONADO DE MANTENIMIENTO

En el caso del abonado de mantenimiento o de conservación el objetivo principal es mantener las reservas del suelo en un nivel adecuado, las cuales proceden de la fertilidad natural del suelo o siendo las obtenidas a través del abonado de fondo.

En condiciones normales, se va a aceptar el abonado calculado para el césped como el suficiente para compensar las necesidades del resto de especies vegetales que lo forman.

4.1. CÁLCULO DE LA DOSIS

La cantidad de materia seca procedente de la siega de césped en año, puede oscilar entre 1500 y 6500 kg/ha, por lo que se ha optado por establecer como cantidad a utilizar en los cálculos la media de ambas, que son unos 4000 kg/ha al año.

La concentración de nutrientes en los diferentes cortes varía ampliamente, pero la relación de los elementos N, P, K es relativamente constante en las distintas especies de cespitosas. El valor de las extracciones para cada elemento es:

- N: 3.7
- P₂O₅: 1
- K₂O: 3.2
- MgO: 0.37

Todos los valores están expresados en tanto por mil.

A continuación se procede al cálculo de las unidades fertilizantes anuales por unidad de superficie, a partir de las extracciones de los restos de materia seca anuales, estimados en 4000 kg/ha.

- N $\rightarrow 4000 \frac{\text{kg x año}}{\text{ha}} \times 0.0037 = 14.8 \text{ UF/ha x año}$
- P₂O₅ $\rightarrow 4000 \frac{\text{kg x año}}{\text{ha}} \times 0.001 = 4 \text{ UF/ha x año}$
- K₂O $\rightarrow 4000 \frac{\text{kg x año}}{\text{ha}} \times 0.0032 = 12.8 \text{ UF/ha x año}$
- MgO $\rightarrow 4000 \frac{\text{kg x año}}{\text{ha}} \times 0.00037 = 1.48 \text{ UF/ha x año}$

Una vez calculadas las extracciones en unidades fertilizantes, se procede a hallar la fórmula de equilibrio entre los distintos elementos, con el fin de elegir el fertilizante con una proporción adecuada a las necesidades de la zona.

- N $\rightarrow \frac{14.8 \frac{\text{UF N}}{\text{ha x año}}}{14.8 \frac{\text{UF N}}{\text{ha x año}}} = 1$

$$- \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \frac{4 \frac{UF \text{ P2O5}}{\text{ha x año}}}{14.8 \frac{UF \text{ N}}{\text{ha x año}}} = 0.27 \approx 0.3$$

$$- \text{K}_2\text{O} \rightarrow \frac{12.8 \frac{UF \text{ K2O}}{\text{ha x año}}}{14.8 \frac{UF \text{ N}}{\text{ha x año}}} = 0.86 \approx 0.9$$

$$- \text{MgO} \rightarrow \frac{1.48 \frac{UF \text{ MgO}}{\text{ha x año}}}{14.8 \frac{UF \text{ N}}{\text{ha x año}}} = 0.1$$

Entonces, la fórmula de equilibrio obtenida N-P-K-Mg (principales elementos minerales del suelo) es **1 – 0.3 – 0.9 – 0.1**.

A partir de la ecuación de equilibrio obtenida, se ha elegido un fertilizante con la proporción de N – P – K – Mg con los siguientes valores $\rightarrow 15 - 9 - 15 - 2$.

Por ello, la cantidad de abono a aportar para satisfacer las necesidades del terreno serán las siguientes:

- N = $14.8 / 0.15 = 98.67 \text{ kg / ha x año}$
- $\text{P}_2\text{O}_5 = 4 / 0.09 = 44.45 \text{ kg / ha x año}$
- $\text{K}_2\text{O} = 12.8 / 0.15 = 85.34 \text{ kg / ha x año}$
- $\text{MgO} = 1.48 / 0.02 = 74 \text{ kg / ha x año}$

La dosis de fertilizante que hay que aplicar al año, se estima en 100 kg/ha, para compensar las extracciones de los distintos elementos.

4.2. FERTILIZANTE A APLICAR

Para la realización un adecuado abonado de mantenimiento, se va a optar por el empleo de un fertilizante de liberación lenta, que consiste en una mezcla de abonos simples solubles, con una proporción de minerales esenciales de 15 – 9 – 15 – 2. Estos fertilizantes de liberación lenta se caracterizan porque ponen sus nutrientes a disposición de las plantas de una forma lenta y durante un periodo más o menos largo. Las principales ventajas de los abonos de liberación lenta son las siguientes:

- Mayor eficiencia en el uso de los nutrientes.
- Disminución del lavado, fijación y de la descomposición.
- Se reduce el riesgo de fitotoxicidad o quemado.
- Aporte continuo de nutrientes a lo largo de un periodo de tiempo.

Este tipo de abonos se presentan en cápsulas o tabletas, recubierto con una capa de resinas orgánicas u otros materiales que permitan la entrada del vapor de agua procedente del suelo, la disolución progresiva de los nutrientes del fertilizante, y su liberación gradual en el terreno durante un periodo de tiempo más o menos largo, en función de la temperatura del suelo.

El periodo de liberación de los elementos minerales en el suelo, puede variar entre 3 y 18 meses, por tanto el número de aplicaciones al terreno puede programarse con total libertad.

4.3. ÉPOCA DE APLICACIÓN

El periodo de liberación del abono elegido es de 3 meses, por tanto se fraccionará el abonado, y por tanto, realizando tres aplicaciones anuales del mismo.

Primera aplicación

La primera aplicación se realizará en el principio de la primavera (marzo - abril) aplicándose hasta el 40 % de la cantidad total del abono al año. Así las especies vegetales podrán disponer de elementos nutritivos en las épocas de mayor necesidad.

Segunda aplicación

La segunda aplicación se va a realizar en verano (julio), aplicándose un 30 % de la cantidad total de abono al año. Esta aplicación se realizará en una época complicada para los elementos vegetales, aportándoles una dosis de elementos minerales.

Tercera aplicación

La tercera aplicación se realizará entre finales de verano y principio de otoño (septiembre - octubre), aplicándose el 30 % restante de la cantidad total de abono al año.

La aplicación del abonado debe de realizarse siempre sobre la cubierta del césped recién segado, y debe de ser una aplicación lo más baja posible. Procurando realizar una distribución homogénea del abono. Justamente después se deberá realizar un riego intenso. En las zonas donde no haya césped, el reparto del abono se debe realizar de forma similar a cuando si hay césped, pero de debe enterrar ligeramente el abono.

ANEJO 9

DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	CÁLCULO DE LA EVOTRANSPIRACIÓN	2
2.1.	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET _o).....	2
2.1.1.	MÉTODO DE BLANEY – CRIDDLE (1950 - 1964)	3
2.2.	CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO (ET _c)	4
2.2.1.	ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (K _c)	4
2.2.2.	ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE DENSIDAD (K _d)	10
2.2.3.	ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE MICROCLIMA	10
2.2.4.	CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVOS (ET _c).....	10
3.	PARÁMETROS AGRONÓMICOS DEL RIEGO	11
4.	SISTEMAS DE RIEGO	12
4.1.	RIEGO POR INUNDACIÓN	12
4.2.	RIEGO A PRESIÓN.....	12
4.2.1.	RIEGO POR ASPERSIÓN: PRESIÓN MEDIA (2.5 – 4 atm).	12
4.2.2.	RIEGO POR GOTEIO: PRESIÓN PEQUEÑA (0.3 – 1 atm).....	13
4.2.3.	MICROASPERSIÓN Y MICRODIFUSIÓN: PEQUEÑA PRESIÓN (1.5 – 2 atm)	15
4.3.	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.....	15
5.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN	16
5.1.	NECESIDADES NETAS	16
5.2.	DOSIS NETA	16
5.3.	NECESIDADES DE LAVADO	17
5.4.	NECESIDADES BRUTAS.....	17
5.5.	DOSIS BRUTA	18
5.6.	INTERVALO DE RIEGO	18
5.7.	DOSIS BRUTAS AJUSTADAS	19
5.8.	HORAS DE RIEGO	19
5.9.	ELECCIÓN DEL ASPERSOR.....	19
5.10.	TIEMPO DE RIEGO	20
6.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEIO	21
6.1.	OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CÁLCULO	21
6.1.1.	NECESIDADES DE AGUA	21
6.1.2.	NECESIDADES TOTALES.....	21
6.1.3.	INTERVALO DE RIEGO	22
6.1.4.	DOSIS PRÁCTICA DE RIEGO	22
6.2.	ELECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS GOTEROS	22
6.3.	CÁLCULO DEL DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEIO	24
6.3.1.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEIO PARA LAS ZONAS A Y B	24

1. INTRODUCCIÓN

El riego es la operación mediante la cual se aporta a los elementos vegetales el agua necesaria para su desarrollo, que no ha sido aportada por la lluvia o precipitación natural, compensando así el déficit hídrico en una zona.

Las precipitaciones en la zona donde se desarrolla el proyecto no están distribuidas en el tiempo de forma regular, de modo que el cálculo de las necesidades de agua de riego para un periodo mensual puede indicar que no es necesario el riego y, sin embargo, para otro periodo las necesidades de riego sean evidentes. Se analizarán los momentos de mayor necesidad hídrica por parte de las plantas.

2. CÁLCULO DE LA EVOTRANSPIRACIÓN

La evapotranspiración de un cultivo, queda definida como la evapotranspiración de una superficie de pasto extensa en crecimiento activo y sin limitaciones de agua. Esta variable, se obtiene a través de datos meteorológicos mediante fórmulas empíricas, y sirve para medir la influencia de la atmósfera.

Se emplean diversos métodos para predecir la evapotranspiración a partir de variables climáticas, donde la mayoría de las fórmulas recurren a una diferenciación entre los elementos del clima y el cultivo.

Se considerará que el cultivo analizado se encuentra exento de enfermedades, y que crece en un campo extenso (una o más hectáreas), en condiciones óptimas de suelo y agua.

En primer lugar se procederá a la predicción de la evapotranspiración del cultivo de referencia **ET_o**, y posteriormente se determinará la **ET_c**, definida como la cantidad de agua potencialmente necesaria para satisfacer las necesidades de evapotranspiración de unas zonas vegetativas, de tal modo que la producción vegetal no quede limitada por la falta de agua. Para el cálculo de la **ET_c**, se determinará el coeficiente de cultivo **K_c** y se estudiarán las condiciones locales que van a afectar a las necesidades de riego.

2.1. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET_o).

La evapotranspiración de un cultivo de referencia (ET_o), queda definida como la evapotranspiración de una superficie de pasto extensa en crecimiento activo y sin limitaciones de agua. Esta variable, se obtiene a través de los datos meteorológicos mediante fórmulas empíricas, y sirve para medir la influencia de la atmósfera.

El objetivo principal de este proyecto en concreto no será la obtención de producciones de gran rentabilidad, sino un mantenimiento vegetativo adecuado que permita que el parque goce de una estética aceptable. Por lo comentado, los valores de la ET_o serán válidos para nuestro proyecto.

Los siguientes datos, correspondientes a la ETo, se han obtenido del estudio climatológico del Anejo01_Estudio climatológico. En concreto, se emplearán los valores obtenidos en ese anejo de evapotranspiración potencial o de referencia del cultivo.

La FAO propone cuatro métodos de cálculo para la determinación de la evapotranspiración:

- Método de Blaney - Criddle (1950 - 1964).
- Método de radiación.
- Método de Penman modificado (1948 - 1956).
- Método de cubeta evaporimétrica (medición directa).

Por ello, y a continuación, se desarrollará el método de Blaney - Criddle para el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo).

2.1.1. MÉTODO DE BLANEY – CRIDDLE (1950 - 1964)

Las fórmulas de ambos autores se usan muy habitualmente, puesto que utilizan pocos datos meteorológicos, y ofrecen una buena precisión en condiciones de clima árido. El cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo) se lleva a cabo a través de la siguiente expresión:

$$ETo = K \times \frac{p \times t}{100}$$

Las variables presentes en la anterior fórmula son:

- ETo: Evapotranspiración de referencia.
- K: Coeficiente de consumo de cultivo.
- p: Iluminación mensual (%).
- t: temperatura (°F).

La fórmula original, requiere la transformación de las unidades, para determinar la ETo en milímetro, a partir de la temperatura en grados centígrados. Para ello, se realiza la siguiente fórmula:

$$ETo = \frac{p}{\sum p} \times (45.72 \times t + 812.8)$$

A continuación, se incluye una tabla con los valores de iluminación mensual y de temperatura media mensual, con los que se realizarán los cálculos. Todos ellos, junto con el resultado del valor de la ETo para cada mes, mediante el empleo de la fórmula.

Tabla 1: *Método Blaney - Criddle Cálculo de la evapotranspiración media (ET_o)*

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
t	5.9	7.2	10.2	12.0	15.9	20.1	22.8	22.7	19.3	14.7	9.5	6.5
p	4.56	5.77	8.20	8.60	9.76	11.71	13.53	12.36	9.54	7.11	4.90	4.03
Σp	100.07											
ET_o	49.33	65.84	104.82	117	150.17	202.65	250.83	228.58	161.61	105.5	61.07	44.7

Tras la elaboración de esta tabla, el método propone el uso de coeficientes de consumo para cada cultivo (K_c), con la finalidad de obtener la evapotranspiración de cultivo (ET_c), que equivalen al consumo de agua por evaporación y transpiración durante el cultivo.

2.2. CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVO (ET_c)

La ET_c indica la tasa de evapotranspiración de un cultivo, que esté exento de enfermedades, y que crezca en un campo extenso, de más de una hectárea, en condiciones óptimas de suelo, incluida buena fertilidad y cantidad de agua suficiente.

Para el cálculo de las necesidades de riego en jardines, se adopta el coeficiente de jardín (K_j), basado en la evaluación de especies plantadas (coeficiente de cultivo K_c), la densidad de vegetación (coeficiente de densidad K_d) y los microclimas existentes (condición microclimática K_m).

Entonces para el cálculo de la ET_c se empleará la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_o \times K_j$$

$$\text{Siendo, } K_j = K_c \times K_d \times K_m$$

El cálculo de la ET_c se realizará posteriormente, una vez estén determinados los coeficientes K_c, K_d y K_m.

2.2.1. ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c)

El valor de K_c representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas con óptimo rendimiento. En este caso se realizará un mantenimiento vegetativo adecuado, consiguiendo con ello que las plantas se manifiesten en su máximo esplendor.

Los factores que repercuten en el valor del coeficiente del cultivo K_c son principalmente: las características de cultivo, las fechas de plantación o siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo y la duración del periodo vegetativo, las condiciones climáticas y, especialmente, durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de las lluvias o del riego.

ANEJO 9: DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO

En los cultivos leñosos el Kc inicial, que es en primavera, es bajo y debe adaptarse a las reservas de agua existentes en el suelo y a la actividad radicular del árbol. Posteriormente aumenta, a medida que se agotan las reservas de agua del suelo y el árbol incrementa su actividad.

La elección de este coeficiente se realizará obteniendo un coeficiente de cultivo medio a partir de los coeficientes de cultivo de las especies vegetales que se plantarán en cada una de las zonas ajardinadas en las que se divide el diseño del proyecto.

Los valores del coeficiente de cultivo para cada tipo de plantación son las siguientes:

PLANTACIÓN	ALTA	MEDIA	BAJA
Árboles	0.9	0.5	0.2
Arbustos	0.7	0.5	0.2
Tapizantes	0.7	0.5	0.2
Plantaciones mixtas	0.9	0.5	0.2
Césped	0.8	0.7	0.6

Por ello las diferentes zonas de plantación serán aquellas que se muestran a continuación en las siguientes tablas:

*Las diferentes hidrozonas se distribuye según una determinada manera, reflejada en el Plano08_Hidrozonas de riego.

ZONA A	
Hidrozona 1	
ESPECIE	Kc
<i>Aesculus hippocastaneum</i>	0.4
<i>Platanus x hispanica</i>	0.4
<i>Populus alba</i>	0.8
<i>Prunus dulcis</i>	0.5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.5
Coeficiente de cultivo adoptado	0.52
Hidrozona 2	
ESPECIE	Kc
<i>Eleagnus angustifolia</i>	0.5

ANEJO 9: DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO

<i>Prunus dulcis</i>	0.5
Coefficiente de cultivo adoptado	0.5
Hidrozona 3	
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.5
<i>Juglans regia</i>	0.4
<i>Syringa vulgaris</i>	0.5
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.6
Hidrozona 4	
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.5
<i>Lavandula angustifolia</i>	0.3
<i>Lobularia maritima</i>	0.5
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0.5
<i>Vitis vinífera</i> subesp. <i>sylvestris</i>	0.4
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.53
Hidrozona 5	
<i>Berberis thunbergii</i>	0.5
<i>Campanula carpatica</i>	0.5
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.5
<i>Lobularia maritima</i>	0.5
<i>Syringa vulgaris</i>	0.5
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.58

ZONA B	
Hidrozona 6	
ESPECIE	Kc
<i>Aesculus hippocastaneum</i>	0.4

ANEJO 9: DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO

<i>Buxus sempervirens</i>	0.4
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.5
<i>Cupressus sempervirens</i>	0.3
<i>Forsythia x intermedia</i>	0.5
<i>Olea europaea</i>	0.3
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.49
Hidrozona 7	
ESPECIE	Kc
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0.6
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0.4
<i>Buxus sempervirens</i>	0.4
<i>Cupressus sempervirens</i>	0.3
<i>Olea europaea</i>	0.3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.3
<i>Syringa vulgaris</i>	0.5
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.48
Hidrozona 8	
ESPECIE	Kc
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0.4
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.5
<i>Cupressus sempervirens</i>	0.3
<i>Forsythia x intermedia</i>	0.5
<i>Olea europaea</i>	0.3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.3
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.47

ZONA C	
Hidrozona 9	
ESPECIE	Kc
<i>Acer campestre</i>	0.6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0.6
<i>Buxus sempervirens</i>	0.4
<i>Cupressus sempervirens</i>	0.3
<i>Forsythia x intermedia</i>	0.5
<i>Lobularia maritima</i>	0.5
<i>Olea europaea</i>	0.3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.3
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.5
Hidrozona 10	
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.5
<i>Eleagnus angustifolia</i>	0.5
<i>Lobularia maritima</i>	0.5
<i>Olea europaea</i>	0.3
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.3
<i>Vitis vinífera</i> subesp. <i>sylvestris</i>	0.4
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.5
Hidrozona 11	
<i>Acer campestre</i>	0.6
<i>Buxus sempervirens</i>	0.4
<i>Campanula carpatica</i>	0.5
<i>Eleagnus angustifolia</i>	0.5
<i>Forsythia x intermedia</i>	0.5
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.5

ZONA D	
Hidrozona 12	
ESPECIE	Kc
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0.4
<i>Campanula carpatica</i>	0.5
<i>Eleagnus angustifolia</i>	0.5
<i>Lavandula angustifolia</i>	0.3
<i>Prunus dulcis</i>	0.5
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	0.53

TALUDES	
Hidrozona 13	
ESPECIE	Kc
Césped	1
Coefficiente de cultivo adoptado	1

ENTRADAS	
Hidrozona 14	
ESPECIE	Kc
<i>Vitis vinífera</i> subesp. <i>sylvestris</i>	0.4
Coefficiente de cultivo adoptado	0.4

2.2.2. ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE DENSIDAD (K_d)

El coeficiente de densidad se encuentra condicionado por el tipo de vegetación y su densidad (alta, media o baja). Se empleará un valor de densidad medio, por lo tanto, para los próximos cálculos utilizaremos $K_d = 1,0$. Por lo tanto, los valores para los diferentes tipos de plantaciones serán los siguientes:

PLANTACIÓN	ALTA	MEDIA	BAJA
Árboles	1.3	1.0	0.5
Arbustos	1.1	1.0	0.5
Tapizantes	1.1	1.0	0.5
Plantaciones mixtas	1.1	1.0	0.6
Césped	1.0	1.0	0.6

2.2.3. ELECCIÓN DEL COEFICIENTE DE MICROCLIMA

El coeficiente de microclima, va a depender siempre de la influencia externa, por ello se van a estimar unas condiciones micro climáticas medias, es decir, un valor del coeficiente de microclima de 1.0, correspondiente al valor medio de todas las plantaciones.

PLANTACIÓN	ALTA	MEDIA	BAJA
Árboles	1.4	1.0	0.5
Arbustos	1.3	1.0	0.5
Tapizantes	1.2	1.0	0.5
Plantaciones mixtas	1.4	1.0	0.5
Césped	1.2	1.0	0.8

2.2.4. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVOS (ET_c)

Considerando el valor del máximo mes de la ET_c y los coeficientes de jardín, que serán obtenidos a partir de las estimaciones de los coeficientes de cultivo, densidad y microclima obtenidos en este propio anejo, se obtienen los valores de ET_c en mm/día para las diferentes zonas:

Tabla 2: *Evapotranspiración de cultivo (ETc) en el mes de Julio*

Hidrozona	ETo	Kc	Kd	Km	ETc (mm/mes)	ETc (mm/día)
H 1	250.83	0.52	1.0	1.0	130.43	4.34
H 2	250.83	0.5	1.0	1.0	125.41	4.18
H 3	250.83	0.6	1.0	1.0	150.50	5.02
H 4	250.83	0.53	1.0	1.0	132.94	4.43
H 5	250.83	0.58	1.0	1.0	145.48	4.85
H 6	250.83	0.49	1.0	1.0	122.90	4.09
H 7	250.83	0.48	1.0	1.0	120.40	4.01
H 8	250.83	0.47	1.0	1.0	117.89	3.93
H 9	250.83	0.5	1.0	1.0	125.41	4.18
H 10	250.83	0.5	1.0	1.0	125.41	4.18
H 11	250.83	0.5	1.0	1.0	125.41	4.18
H 12	250.83	0.53	1.0	1.0	132.94	4.43
H 13	250.83	1.0	1.0	1.0	250.83	8.36
H14	250.83	0.4	1.0	1.0	100.33	3.34

3. PARÁMETROS AGRONÓMICOS DEL RIEGO

En este apartado del anejo se evalúan todos los datos necesarios para que la instalación de riego sea correcta. Ha de ser capaz de suministrar con eficiencia óptima el agua a los cultivos en los periodos de máximas necesidades. Debe conseguir humedecer el volumen del suelo lo suficientemente, para un desarrollo eficiente de las raíces y un efectivo control de las sales.

4. SISTEMAS DE RIEGO

4.1. RIEGO POR INUNDACIÓN

Se cubre el área por un manto de agua. El agua tiene un movimiento descendente total. Este tipo de riego sólo es aconsejable para cultivos específicos, como el arroz. Precisa de unas estructuras llamadas acequias con tajaderas, con las que se distribuye el agua, y la parcela tiene que estar nivelada y con una cierta pendiente para evitar encharcamientos.

4.2. RIEGO A PRESIÓN

4.2.1. RIEGO POR ASPERSIÓN: PRESIÓN MEDIA (2.5 – 4 atm).

Se considera que un sistema de riego es por aspersión cuando los emisores utilizados son aspersores o difusores. La elección de un tipo de emisor u otro dependerá del tamaño de la zona que hay que regar. Los difusores son apropiados para zonas de reducido tamaño, mientras que los aspersores son más adecuados para extensiones mayores. Además del criterio de dimensiones, existen otros aspectos a la hora de seleccionar el emisor.

Este sistema de riego es adecuado para el riego de praderas y céspedes, aunque también puede utilizarse para el riego de otras plantaciones como arriates de flor, arbustos, tapizantes...

La fase de colocación de emisores es de suma importancia y en ella se debe emplear el tiempo necesario; una incorrecta colocación de emisores condicionará la calidad de la instalación de riego, así como su uniformidad.

No se pueden mezclar aspersores y difusores en el mismo sector de riego debido a que son emisores con diferente pluviometría, lo que conlleva que haya una uniformidad de riego muy reducida.

Las características de los emisores están proporcionadas por el fabricante, y en el momento de su colocación hay que basarse en esos datos. Conviene tener en cuenta que los datos que proporciona el fabricante están obtenidos en condiciones de laboratorio, en ausencia de viento, y no corresponde con la realidad. No obstante, al instalarlo, es beneficioso reducir un poco el alcance máximo para de esa manera “romper el chorro” y dar un riego más uniforme en toda su longitud. Es por ello que los datos de alcance que proporciona el fabricante deberán ser reducidos un 30 % en concepto de ajuste a las condiciones reales.

En la siguiente tabla se disponen los datos ya corregidos para un emisor tipo:

Emisor	Alcance (m)	Caudal (l/min)
Aspersor bajo	4 – 7	≈ 8
Aspersor medio	6 – 10	≈ 12

ANEJO 9: DISEÑO AGRONÓMICO DE RIEGO

Difusor tobera 8 (180 °)	2	≈ 5
Difusor tobera 10 (180 °)	2.5	≈ 5
Difusor tobera 12 (180 °)	3	≈ 6
Difusor tobera 15 (180 °)	3.5	≈ 7
Difusor tobera 17 (180 °)	4	≈ 8

Aspectos a tener en cuenta del riego mediante aspersores y difusores:

- Zonas de curvas: las zonas de curvas resultan particularmente difíciles de regar debido a que es prácticamente imposible no mojar las zonas fuera de la zona de riego, lo que se conoce como rebasamiento.
- Riegos de zonas estrechas: para el riego de zonas estrechas y de cara a reducir el número de difusores, se pueden utilizar toberas especiales de riego rectangular. Se trata de toberas con varios orificios que por su especial configuración son capaces de regar zonas estrechas y alargadas.
- Riegos de esquinas: para el riego de esquinas no se puede realizar un solape correcto sin tener un rebasamiento excesivo. Se suele rebajar en estos casos los alcances en zonas próximas a la esquina y utilizar como emisores difusores con tobera de doble apertura (doble chorro) y aspersores próximos en la zona de la esquina.
- Riego en zonas de elevada pendiente: las zonas con elevada pendiente tienen dos problemas fundamentales de cara al riego por aspersión y difusión:
 - La escorrentía que se produce debido a la alta pluviometría de los emisores.
 - La pérdida de uniformidad de riego, pues el alcance es superior cuando el emisor riega hacia la parte más baja que hacia la alta.

La solución a ambos problemas consisten en:

- Reducir el tiempo de riego para que el suelo pueda absorber el agua sin llegar a saturarse. Para compensar la reducción de tiempo de riego se aumentará el número de riegos al día.
- A la hora del replanteo, compensar la diferencia de alcance desplazando un poco los emisores, situándose un poco más arriba. Si la pendiente es muy acusada, los emisores solo deben regar 210 ° hacia la parte superior de la pendiente para mejorar la uniformidad y compensar la escorrentía.

4.2.2. RIEGO POR GOTEO: PRESIÓN PEQUEÑA (0.3 – 1 atm)

El riego por goteo más usual se realiza mediante una tubería de diámetro 16 mm con chorros integrados, aunque también es frecuente encontrar una tubería con goteros pinchados.

Usar una u otra opción depende de las distancias de plantación. En una plantación muy abierta, con las plantas a distancias mayores de un metro, se debe instalar una tubería con goteros pinchados para evitar un consumo innecesario de agua y la aparición de plantas adventicias. Para distancias menores (la mayoría de los casos), se obtienen mejores resultados con la tubería de goteo integrado.

Tipos de plantaciones:

- *Setos y borduras*: los setos y las borduras riegan mediante una única tubería de goteo o doble si el seto está asentado y es de gran anchura.
- *Arbustos en grupos y parterres*: la tubería de goteo en estos casos se coloca en forma de parrilla, teniendo en cuenta la distancia entre goteros y la distancia entre las líneas de goteo. Como ya se indicó, se trata de proporcionar humedad a una franja de terreno, no de regar las plantas de forma individual. Se debe alimentar cada línea como máximo cada 100 m lineales mediante una tubería de mayor diámetro, aunque se aconseja que el número de alimentaciones sea numerosa para incrementar el grado de uniformidad en la distribución.

En la siguiente tabla, se muestran las distancias máximas de tubería de goteo sin alimentación, o entrada de agua:

Tubería de 16 mm de diámetro con goteros autocompensantes		Longitud de ramal en terreno llano	
		Separación entre goteros	
Presión (atm)	Caudal (l/h)	30 cm	50 cm
1.0	2.2	47 m	73 m
1.5	2.2	67 m	104 m
2.0	2.2	80 m	124 m
2.5	2.2	90 m	139 m

Para las distancias que sean superiores a las reflejadas en la tabla debe utilizarse una tubería secundaria de diámetro superior desde la que se abastecerán de agua las tuberías de goteo.

También es conveniente cerrar las mallas para conseguir una mejor compensación del caudal y la presión dentro de la parrilla. Con esta medida se obtiene además una mejor sujeción de la tubería y una menor sensibilidad a las roturas.

- *Árboles y arbustos singulares de gran porte*: existen diversos sistemas de montaje para el riego de elementos vegetales singulares. Son los siguientes sistemas:
 - *Anillo de goteo*: sobre la tubería de distribución de agua se instalan tomas que alimentan un aro de tubería porta goteros con al menos cuatro goteros, dependiendo su número de las necesidades del agua. El anillo de goteo se suele instalar en superficie (se puede enterrar pero puede haber problemas de obturaciones). Por ello, es muy sensible al vandalismo. Además se ajusta mal al cepellón, con lo que en plantaciones jóvenes puede haber problemas de falta de riego (no es aconsejable para plantaciones si el cepellón es de menor tamaño que

el anillo). La ventaja el anillo es que es el sistema más conocido y las reparaciones son sencillas.

- *Riego mediante inundadores:* sobre la tubería de distribución de agua se instalan tomas que alimentan los inundadores, o bien se instalan sobre cuerpos de difusor. La ventaja de este sistema es que los inundadores proporcionan un caudal alto en poco tiempo. Su principal inconveniente es que los inundadores son un material poco tecnificado con un difícil control de agua, lo que reduce la uniformidad del riego.
- *Riego mediante goteros pinchables:* sobre la tubería de distribución de agua se instalan directamente goteros pinchables a los cuales se les inserta un microtubo para conducir el goteo a la zona de riego. Toda la instalación es enterrada, salvo la pequeña parte del microtubo que asoma en la superficie para poder revisar la aplicación de agua. Las ventajas principales del sistema de goteros pinchados está que se pueden seleccionar goteros con diferentes características y caudales, como por ejemplo goteros autocompensantes y antiadherentes de 4 l/h; se pueden variar la zona de goteo moviendo el microtubo, y por último el sistema, al ser enterrado, es anti vandálico. Como inconveniente está que en las reparaciones son más laboriosas al ser una instalación enterrada.

4.2.3. MICROASPERSIÓN Y MICRODIFUSIÓN: PEQUEÑA PRESIÓN (1.5 – 2 atm)

Estos emisores no están recomendados para la jardinería pública por ser excesivamente llamativos y frágiles.

Son emisores que permiten riegos por pulverización y pequeños chorros, de forma que son capaces de cubrir pequeñas superficies y están especialmente indicados para el riego en invierno y en umbráculos.

Cada emisor tiene unas características propias según el fabricante. Es necesario conocer el alcance, la presión necesaria para su funcionamiento y el consumo (caudal de cada emisor) para instalarlo. Siguen para su posicionamiento, aunque de forma menos estricta, las normas de los aspersores y difusores.

Los microaspersores y microdifusores son emisores de riego localizado que trabajan a baja presión (entre 1.5 y 2 atmósferas) por lo que será necesaria la instalación en la mayoría de los proyectos de válvulas reductoras de presión.

4.3. ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

En el apartado de la elección del sistema de riego, hay que tener en cuenta los diferentes métodos posibles, los cuales se han comentado en apartado anterior. No se emplearán los datos tradicionales, ya que necesitan unas cantidades de agua muy elevadas, y no son apropiados para proyectos de paisajismo y jardinería.

Por ello, se emplearán los métodos de riego a presión, en este caso en concreto se utilizarán el riego por aspersión y el riego por goteo.

- El riego por aspersión será empleado en todas aquellas zonas en las que encontremos césped, ya que es el sistema más adecuado para esta especie vegetal. Se trata de una zona con viento moderado por lo que se van a elegir aspersores de medio alcance, con un grado de solapamiento considerable para que las zonas se rieguen uniformemente.
- El riego por goteo se empleará en ejemplares vegetales aislados, o en grupos, en aquellas zonas donde no se disponga de césped.

5. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

5.1. NECESIDADES NETAS

Para estimar las necesidades de agua de riego en el periodo de máxima demanda reflejado en este anejo, se empleará el resultado de la evapotranspiración de cultivo de referencia (ET_o) del mes de máximo consumo (Julio) que es de 250.83 mm/mes, o lo que es lo mismo, **de 8.09 mm/día.**

5.2. DOSIS NETA

Para el cálculo de la dosis neta se emplea la siguiente fórmula:

$$Dn = \frac{(CC - PM)}{100} \times (da) \times NAP \times (z) \times P$$

Donde:

- CC: Capacidad de campo (Anejo 2: Estudio edafológico). CC = 15.716 %
- PM: Punto de marchitez (Anejo 2: Estudio edafológico). PM = 8.247 %
- da: Densidad aparente. da = 1.4 kg/ dm³.
- NAP: Nivel de agotamiento permisible. Equivale a 100 – q según el método basado en la textura del suelo. Se estima un valor adecuado entre 0.6 y 0.8, por lo que se empleará un valor de 0.65 ya que es un buen valor para proyectos basados en plantas ornamentales para mantener así unas condiciones estéticas aceptables.
- z: profundidad del suelo. En cultivos de enraizamiento superficial, como los céspedes la profundidad de riego suele coincidir con la profundidad de raíces en su zona de ramificación densa. Normalmente suelen emplearse valores que varían entre 0.15 y 0.30 metros según Urbano Terrón P. (1995). En este caso se empleará una z = 0.3 metros = 300 mm.

- P: Porcentaje de suelo mojado. En este caso se va a mojar toda la superficie del suelo, por lo que $P = 1$, valor que equivale al 100% de la superficie del suelo que se va a mojar.

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtiene el valor correspondiente a la dosis neta:

$$Dn = \frac{(15.716 - 8.247)}{100} \times 1.4 \times 0.65 \times 300 \times 1 = \mathbf{20.39 \text{ mm}}$$

5.3. NECESIDADES DE LAVADO

Parámetro que sirve para provocar el lavado de los posibles excesos de sales que pueda contener el agua utilizada en el riego del parque. Se calcula del siguiente modo:

$$LR = \frac{CEi}{((5 \times CEe - CEi) \times f)}$$

Donde:

- CEi: Conductividad eléctrica del agua de riego (Anejo 3: Análisis del agua de riego). Por lo que el valor será $CEi = 1.60 \text{ mmhos/cm}$.
- CEe: Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo para un descenso de la producción de un % determinado. El Prontuario de Hidráulica propone un valor de $CEe = 5.6$ para una producción 100 % del cultivo "*Lolium perene*", conocido como Raygrass, y se tomará ese valor ya que predominan las praderas de césped.
- f: Eficiencia de lavado. Este valor varía en función del tipo de suelo. Los suelos arcillosos tendrán un valor de 0.3 y los suelos arenosos un valor de 1, y para el resto de suelos 0.85. Por lo que se va a emplear un valor de 0.85 ya que es un suelo franco.

Sustituyendo los valores de cada parámetro se obtendrá el siguiente resultado de necesidades de lavado:

$$LR = \frac{1.60}{((5 \times 5.6 - 1.60) \times 0.85)} = 0.0713 = \mathbf{7.13 \%}$$

5.4. NECESIDADES BRUTAS

Este parámetro se calcula mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Nb = \frac{Nn}{(Ea \times (1 - LR))}$$

Donde:

- Nn: Necesidades netas, las cuales se han calculado anteriormente. $Nn = 8.09 \text{ mm/día}$.
- Ea: Eficiencia de aplicación. Las superficies cespitosas se regarán con aspersores de turbina emergentes, apenas elevados sobre el suelo (10,02 cm), la eficiencia de la aplicación puede llegar fácilmente al 85%.
- LR: Necesidades de lavado, ya calculado en el apartado anterior. $LR = 7.13 \% = 0.0713$.

Sustituyendo los valores de cada parámetro se obtendrá el siguiente resultado de las necesidades brutas:

$$Nb = \frac{8.09}{(0.85 \times (1 - 0.0713))} = 10.25 \text{ mm/día}$$

5.5. DOSIS BRUTA

Se obtiene su valor mediante la siguiente expresión:

$$Db = \frac{Dn}{(Ea \times (1 - LR))}$$

Donde:

- Dn: Dosis neta, cuyo valor se ha calculado anteriormente. $Dn = 20.39 \text{ mm}$.
- Ea: Eficiencia de aplicación. Las superficies cespitosas se regarán con aspersores de turbina emergentes, apenas elevados sobre el suelo (10,02 cm), la eficiencia de la aplicación puede llegar fácilmente al 85%.
- LR: Necesidades de lavado, ya calculado en el apartado anterior. $LR = 7.13 \% = 0.0713$.

Sustituyendo los valores de cada parámetro se obtendrá el siguiente resultado de la dosis bruta:

$$Db = \frac{20.39}{(0.85 \times (1 - 0.0713))} = 25.83 \text{ mm}$$

5.6. INTERVALO DE RIEGO

Este dato se obtiene al relacionar dos parámetros calculados anteriormente, y son los siguientes:

$$IR = \frac{Db}{Nb} \text{ (días)}$$

Dónde:

- Db: Dosis bruta. Db = 25.83 mm.
- Nb: Necesidades brutas. Nb = 10.25 mm/día.

Sustituyendo los valores de cada parámetro se obtendrá el siguiente resultado del intervalo de riego:

$$IR = \frac{25.83}{10.25} = 2.52 \rightarrow \mathbf{2 \text{ días}}$$

5.7. DOSIS BRUTAS AJUSTADAS

El siguiente parámetro se calcula mediante la siguiente ecuación a partir de datos obtenidos anteriormente en este anejo:

$$Dba = Nb \times IR$$

$$\mathbf{Dba = 10.25 \times 2 = 20.5 \text{ mm}}$$

5.8. HORAS DE RIEGO

En este apartado se determinará el número de veces que se va a regar al día, así como el número de horas que se va a regar cada una de las veces establecidas. Para este tipo de proyectos el número de veces que se riega, así como el número de horas cada vez que se hace depende de otro tipo de factores como por ejemplo, el uso del parque o la coincidencia con el personal de mantenimiento.

Se va a regar una vez al día, con el intervalo de riego establecido, por la mañana temprano ya que el personal encargado del mantenimiento del parque tendrá un horario de media jornada y se efectuarán los riegos en las primeras horas de la mañana cuando se prevé poco trasiego de usuarios.

5.9. ELECCIÓN DEL ASPERSOR

Para la elección del aspersor a emplear se ha tenido en cuenta el caudal y el marco de riego, este último limitado por el radio de alcance del emisor. Para realizar lo comentado, primero se ha procedido a elegir el radio de alcance a usar. Dicho radio estará condicionado por la anchura de la franja de césped a usar. Dicho radio estará condicionado por la anchura de la franja de césped a regar.

Para este caso se ha seleccionado un único emisor para el riego de las diferentes zonas, presentando las siguientes características:

- Permite adaptar un radio de alcance mínimo de 2,9 m y un radio de alcance máximo de 4.6 m.
- Permite adaptar el ángulo de barrido del aspersor de entre 40° y 360°.

Gracias a estas dos características, estos emisores resultan ideales para la adaptación a las diferentes e irregulares zonas de césped proyectadas.

El emisor elegido tiene un caudal de 12 mm³/h y una pluviometría cuando describe un círculo completo de 12 mm/h. Encontramos ciertos aspersores que no giran 360°, ya que están ajustados a la delimitación de la zona a regar.

5.10. TIEMPO DE RIEGO

Una vez que se ha elegido el aspersor a utilizar, y tras haber deducido su pluviometría, se establece definitivamente el tiempo que se va a regar cada una de las zonas.

$$TR = \frac{Dba}{PMS}$$

Donde:

- Dba = 20.5 mm.
- PMS = 12 mm/h.

Por lo que el valor del tiempo de riego nos dará un resultado de:

$$TR = \frac{20.5}{12} = 1.71 \text{ h} \approx \mathbf{1 \text{ h y } 45 \text{ min}}$$

6. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEO

6.1. OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CÁLCULO

6.1.1. NECESIDADES DE AGUA

Este apartado se refiere a las necesidades netas, que se define como la lámina de agua de riego teóricamente necesaria para obtener una producción normal en el conjunto de la superficie cultivable.

Considerando nulas otras aportaciones al suelo, como las procedentes de precipitaciones o desde el subsuelo, las Necesidades netas serán iguales a la Evapotranspiración en periodo de máximo consumo, en el ámbito de diseño.

El procedimiento para la estimación de las necesidades de agua de riego en el periodo de máxima demanda ha sido expuesto en el presente anejo.

6.1.2. NECESIDADES TOTALES

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para estar seguro de que recibe la totalidad de sus necesidades hídricas o una fracción determinada de estas.

Además de las necesidades obtenidas, otras cantidades adicionales de agua son necesarias para compensar las pérdidas producidas por las condiciones del medio en que se desarrolla el cultivo. Estas pérdidas se producen por:

- Percolación en profundidad fuera de la rizosfera.
- Falta de uniformidad del riego, distribución del agua de riego.
- Requerimientos de lavado de sales en caso de utilizar aguas salinas.

Para calcular las necesidades totales hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Uniformidad de riego (CU). Se estima para definir la bondad de la instalación.
- Coeficiente de uniformidad (K). Se toma el mayor de los obtenidos según las expresiones siguientes:

$$K = \max. [(K = 1 - Ea) \text{ y } (K = LR)]$$

- Eficiencia de la aplicación (Ea). Relación entre el volumen de agua almacenado a profundidad radicular (necesidades netas N_n) y la lámina de agua aplicada. La Ea depende del clima, textura del suelo y de la profundidad de raíces.
- Salinidad del agua de riego. El requerimiento de lavado (LR) es la cantidad de agua adicional que se debe aportar para lixiviar las sales que pudieran acumularse en el bulbo húmedo por efecto de la evapotranspiración de las plantas. Se determina mediante la expresión:

$$LR = \frac{CEi}{2 \times CEe \times f}$$

Donde:

- CEi: Conductividad eléctrica del agua de riego.
- CEe: Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo.
- f: eficiencia de lavado.

$$Nt = Nb = \frac{Nn}{CU \times (1 - K)}$$

6.1.3. INTERVALO DE RIEGO

El intervalo de riego es función de la capacidad de retención de agua del suelo, de la ETc y de la calidad del agua de riego.

6.1.4. DOSIS PRÁCTICA DE RIEGO

En este apartado se hace referencia al volumen de agua a aportar en cada riego para restituir al suelo las necesidades totales de agua en el intervalo entre riegos. La expresión es la siguiente:

$$Dp = Nt \times \text{intervalo}$$

6.2. ELECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS GOTEROS

Este apartado va a depender de la siguiente expresión: $Ve \times e = Nt \times I$

Donde:

- Ve: Volumen de agua que emite un emisor.
 - e: nº de emisores / m² = (1/S_L x S_e)
- Donde:
- S_L: Separación entre líneas de emisores.
 - S_e: Separación entre goteros de una línea.
 - Nt: Necesidades de riego (mm/día).
 - I: Intervalo de riego (días).

$$P = \frac{(100 \times A. m. e.)}{Sp}$$

Donde:

- P: Porcentaje de suelo mojado (%).

- A.m.e: Área mojada por un emisor (m²).
- Sp: m²/planta.

Condiciones de solape:

$$Se = Rm (2. (a/100))$$

Donde:

- Rm: Radio mojado.
- a: Porcentaje de solape.

Cálculo del área mojada por emisor:

Sin solape:

$$A. m. e. = \pi \times Rm^2$$

Teniendo en cuenta el solape:

$$A. m. e. = \left[\pi - 2 \left(\alpha - \left(1 - \frac{a}{200} \right) \times \text{sen } \alpha \right) \right] \times Rm^2$$

$$\alpha = \arctg \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{a}{200} \right)^2} - 1} \text{ (Radianes)}$$

Tiempo de riego:

$$t = \frac{Nt \times l}{e \times q_a}$$

Donde:

- q_a: Caudal nominal de emisor (l/h).

6.3. CÁLCULO DEL DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEO

6.3.1. DISEÑO AGRONÓMICO DEL RIEGO POR GOTEO PARA LAS ZONAS A Y B

Datos a emplear:

- Mes de máximo consumo: Julio → $ET_c = 4.37$ mm/día.
- Textura del suelo: Franco.
- Salinidad del agua de riego → $CE_i = 1.60$ mmhos/cm.

Cálculo de las necesidades totales (Necesidades brutas):

$$N_t = N_b = N_n / (CU \times (1 - K))$$

$$K = \max \{ (1 - E_a), LR \}$$

$$LR = CE_i / (2 \times CE_e \times f)$$

Donde:

- $E_a = 1.00$; para un suelo de textura franca y una profundidad de raíces superior a 0.50 metros.
- $f = 0.85$; para un suelo de textura franca.
- $CE_e = 7.0$; se ha estimado este valor a partir de los valores que ofrece el Prontuario de Hidráulica para distintas especies arbustivas y arbóreas, considerando este valor como el valor medio de las diferentes especies representadas. Estas pueden parecerse a las diferentes especies que se proyecta plantar.
- $CU = 0.90$

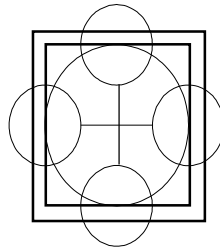
$$LR = 1.60 / (2 \times 7.0 \times 0.85) = 1.60 / 11.9 = \mathbf{0.13}$$

$$LR = 0.13 > (1 - E_a)$$

$$N_t = N_b = N_n / (CU \times (1 - K)) = 4.37 / (0.90 \times (1 - 0.13)) = 4.37 / 0.783 = \mathbf{5.58 \text{ mm/día.}}$$

Elección y disposición de los goteros:

Esquema del de los goteros:



Características de los goteros:

- $Q_a = 4 \text{ l/h}$
- Área de mojado por un solo emisor $\rightarrow R_m \approx 0.50 \text{ m}$.
- Condición de solape:

$$Se = R_m \times \left(2 - \frac{a}{100}\right)$$

Donde:

- Se: Separación entre emisores, siendo este parámetro un dato que está condicionado por el alcorque donde se aloja el árbol. Si se colocan cuatro goteros por árbol, la separación entre goteros será de 0.69 m. Los alcorques serán de forma cuadrada con 1 metro de lado.
- a: Porcentaje de solape, calculada mediante la siguiente fórmula:

$$0.69 = 0.5 \times \left(2 - \frac{a}{100}\right) \rightarrow a = 62 \%$$

Porcentaje de suelo mojado:

- Cálculo de A.m.e con los solapes:

$$\alpha = \arctg \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{a}{200}\right)^2} - 1}$$

Siendo $a = 62 \%$ $\rightarrow \alpha = 0.81 \text{ rad}$; $\text{sen } \alpha = 0.724$.

$$A. m. e. = \left[\pi - 2 \left(\alpha - \left(1 - \frac{a}{200}\right) \times \text{sen } \alpha \right) \right] \times R_m^2$$

$$A. m. e. = 0.63 \%$$

- A.m.e. = 0.63 %.
- e: emisores $\rightarrow e = 4$ emisores/árbol.
- Sp: Superficie ocupada por una planta. Su valor es considerado como la superficie que ocupa la proyección de la copa del árbol en el terreno. Para su determinación se emplea la siguiente fórmula:

$$Sp = \pi \times r^2$$

Ahora, se va a proceder al cálculo de P para los distintos valores de diámetro de copa y para la comprobación del valor que se va a obtener. Keller recomienda como un valor mínimo para árboles con clima húmedo $P = 20 \%$. Para las condiciones climáticas de la zona, el P mínimo es de más o menos el 35 %.

Se va a considerar que el diámetro de copa de las especies seleccionadas para arbolar la zona A de unos 4 - 5 metros para un árbol adulto en las condiciones del proyecto

Para $\varnothing = 4 \text{ m} \rightarrow r = 2 \text{ m}$.

Así, sustituyendo los valores en la fórmula reflejada anteriormente:

$$Sp = \pi \times 2^2 = 12.57 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{100 \times e \times A.m.e}{Sp} = \frac{100 \times 4 \times 0.63}{12.57} = 20.04 \%$$

Para $\varnothing = 5 \text{ m} \rightarrow r = 2.5 \text{ m}$.

Así, sustituyendo los valores en la fórmula reflejada anteriormente:

$$Sp = \pi \times 2.5^2 = 19.63 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{100 \times e \times A.m.e}{Sp} = \frac{100 \times 4 \times 0.63}{19.63} = 12.84 \%$$

Tiempo de riego:

Se considera que cada árbol tiene un marco de plantación de 15 m^2 .

Datos a emplear:

- IR = 2 días.
- Qa = 4 l/h.
- Nt = 5.58 mm/día.
- e = 4 emisores.

- Marco asignado = 15 m².

$$t = \frac{Nt \times Marco \times IR}{e \times Qa} = \frac{5.58 \times 15 \times 2}{4 \times 4} = 10.46 \text{ h} \approx \mathbf{10 \text{ horas y } 20 \text{ min}}$$

ANEJO 10

DISEÑO HIDRÁULICO DE RIEGO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	RED DE RIEGO	3
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA RED DE RIEGO.....	3
2.2.	CONDUCCIONES.....	4
3.	ASPERSIÓN. TUBERÍAS LATERALES. PORTASPERSORES.....	4
3.1.	CÁLCULO DE TUBERÍAS LATERALES	4
3.1.1.	HIDROZONA 3	5
3.1.2.	HIDROZONA 6	6
3.1.3.	HIDROZONA 7	8
3.1.4.	HIDROZONA 8	10
3.1.5.	HIDROZONA 9	11
3.1.6.	HIDROZONA 10	13
3.1.7.	HIDROZONA 11	15
3.1.8.	HIDROZONA 12	16
3.1.9.	HIDROZONA 13	18
4.	GOTEO. TUBERÍAS LATERALES. PORTAGOTEROS.....	20
4.1.	CÁLCULO DE TUBERIAS LATERALES	20
4.1.1.	HIDROZONA 1	20
4.1.2.	HIDROZONA 2	22
4.1.3.	HIDROZONA 4	23
4.1.4.	HIDROZONA 5	25
5.	TUBERÍAS TERCIARIAS.....	28
5.1.	TUBERÍA TERCIARIA T1.....	28
5.2.	TUBERÍA TERCIARIA T2.....	30
5.3.	TUBERÍA TERCIARIA T3.....	31
5.4.	TUBERÍA TERCIARIA T4.....	33
5.5.	TUBERÍA TERCIARIA T5.....	35
5.6.	TUBERÍA TERCIARIA T6.....	37
5.7.	TUBERÍA TERCIARIA T7.....	38
5.8.	TUBERÍA TERCIARIA T8.....	40
5.9.	TUBERÍA TERCIARIA T9.....	42
5.10.	TUBERÍA TERCIARIA T10.....	44
5.11.	TUBERÍA TERCIARIA T11.....	45

5.12.	TUBERÍA TERCIARIA T12.....	47
5.13.	TUBERÍA TERCIARIA T13.....	49
5.14.	TUBERÍA TERCIARIA T14.....	51
5.15.	TUBERÍA TERCIARIA T15.....	52
5.16.	TUBERÍA TERCIARIA T16.....	54
5.17.	TUBERÍA TERCIARIA T17.....	56
5.18.	TUBERÍA TERCIARIA T18.....	58
6.	TUBERÍAS SECUNDARIAS	60
6.1.	TUBERÍA SECUNDARIA S1.....	60
6.2.	TUBERÍA SECUNDARIA S2.....	62
6.3.	TUBERÍA SECUNDARIA S3.....	63
6.4.	TUBERÍA SECUNDARIA S4.....	65
7.	TUBERÍA PRIMARIA	68
7.1.	TUBERÍA PRIMARIA P1	68
8.	CASETA DE RIEGO.....	70
9.	ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL SISTEMA DE RIEGO	70
9.1.	VÁLVULA DE RETENCIÓN.....	70
9.2.	VÁLVULA DE ALIVIO	70
9.3.	REJILLA	70
9.4.	FILTRO DE MALLA	71
9.5.	TUBERÍA DE ASPIRACIÓN	71
9.6.	CONTADOR DE AGUA.....	71
9.7.	ELECTROVÁLVULAS	71
9.8.	ACCESORIOS Y CONEXIONES.....	71
9.9.	PROGRAMADOR DE RIEGO	71
9.10.	BOMBA	72

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se procederá a determinar y dimensionar el sistema de riego conveniente para cada situación del parque que tiene como objetivo este proyecto. Para ello, se emplearán los datos obtenidos en el Anejo09_Diseño agronómico de riego.

2. RED DE RIEGO

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE RIEGO

La instalación de riego para el proyecto toma el agua de una acequia que rodea todo el cerro, y la cual tiene agua suficiente y de buena calidad para el riego. Dicha instalación se dividirá en cuatro sectores.

El agua va a ser conducida desde la toma de red, situada en la caseta (junto a la acequia) hasta los emisores, ayudada de una bomba de impulsión, cuya potencia se calcula en el presente anejo.

La bomba deriva el agua a una tubería secundaria que va a abastecer a tres tuberías terciarias, que se corresponden con cada uno de los sectores de riego. En la salida de esta tubería a cada una de las terciarias se van a colocar una válvula de compuerta, con la finalidad de que cada sector pueda funcionar a la vez o de forma independiente. En el lugar donde se produzca las derivaciones se va a colocar una arqueta para tener acceso a la apertura y cierre de válvula.

De cada una de las tuberías terciarias se derivan las tuberías laterales o porta emisores, distribuidas en función de las alturas de cada una de las zonas establecidas del monte de la siguiente manera:

- Riego por goteo:
 - Hidrozona 1
 - Hidrozona 2
 - Hidrozona 4
 - Hidrozona 5

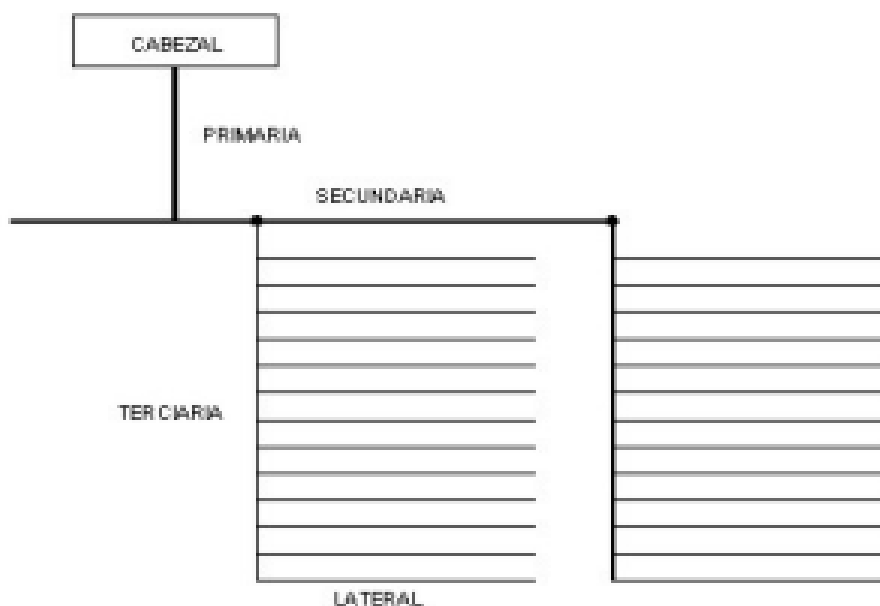
- Riego por aspersión:
 - Hidrozona 3
 - Hidrozona 6
 - Hidrozona 7
 - Hidrozona 8
 - Hidrozona 9
 - Hidrozona 10
 - Hidrozona 11
 - Hidrozona 12
 - Hidrozona 13
 - Hidrozona 14

2.2. CONDUCCIONES

Todas las tuberías empleadas en el sistema de riego serán de PE-32, es decir, Polietileno de Baja Densidad. Las tuberías de este material son ligeras, flexibles, resistentes a las altas presiones y resistentes a las radiaciones ultravioletas. La unión entre tubos de polietileno se efectúa mediante abrazaderas o manguitos.

Las tuberías estarán sujetas a las especificaciones de las Normas UNE y los accesorios también.

Esquema general de la distribución de las conducciones:



3. ASPERSIÓN. TUBERÍAS LATERALES. PORTASPERSORES

Como se ha mencionado en el Anejo09_Diseño agronómico de riego, se emplearán emisores aspersores medios de 12mm/h, con un alcance de 6 metros, y ajustando el giro a las necesidades de cada zona.

Mediante los datos de fabricación proporcionados por la empresa fabricante, obtenemos el valor k para la uniformidad. En este caso, el valor comentado no es relevante, ya que las tuberías de riego por aspersión se dimensionan según las pérdidas de carga. Por lo tanto, se ha de conocer la presión de funcionamiento para dimensionar la tubería y para que se cumpla que la presión final del ramal sea la de funcionamiento (que se elige en función del intervalo de funcionamiento del sistema aspersor). Por consiguiente, se ha de suministrar dicha presión más las pérdidas de carga al principio de cada ramal.

3.1. CÁLCULO DE TUBERÍAS LATERALES

Las tuberías laterales son aquellas que portan los aspersores, difusores o goteros en su caso, éstas tienen que llevar un caudal suficiente a los emisores como para el correcto funcionamiento de la

fase. Estas tuberías tienen pérdidas de carga asociadas a las salidas de agua de cada emisor. Procederemos a su cálculo fase por fase, calculando el diámetro y caudal necesarios para cada una de ellas.

3.1.1. HIDROZONA 3

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 6 aspersores y una longitud de 45 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 6 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.00002 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).

- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.445.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.445} = 12.26 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{12.26}{45} \times 100 = 27.24 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00002^{1.8}}{27.24}} = 0.00528 \text{ m} = 5.28 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00002^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.39 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.39 \% \times 45 = 0.18 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.445 \times 0.18 = 0.09 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.2. HIDROZONA 6

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 17 aspersores y una longitud de 105 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 17 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000567 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.387.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.387} = 14.09 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{14.09}{105} \times 100 = 13.42 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000567^{1.8}}{13.42}} = 0.00905 \text{ m} = 9.05 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000567^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 2.54 \%$$

$$h_f = J \times L = 2.54 \% \times 105 = 2.67 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.387 \times 2.67 = 1.14 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.3. HIDROZONA 7

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 22 aspersores y una longitud de 140 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 22 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000733 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.380.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.380} = 14.35 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{14.35}{140} \times 100 = 10.25 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000733^{1.8}}{10.25}} = 0.01054 \text{ m} = 10.54 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000733^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 4.04 \%$$

$$h_f = J \times L = 4.04 \% \times 140 = 5.66 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.380 \times 5.66 = 2.36 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.4. HIDROZONA 8

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 15 aspersores y una longitud de 100 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 15 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.00005 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).

- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.380.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.391} = 13.95 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{13.95}{100} \times 100 = 13.95 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00005^{1.8}}{13.95}} = 0.00857 \text{ m} = 8.57 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00005^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 2.03 \%$$

$$h_f = J \times L = 2.03 \% \times 100 = 2.03 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.380 \times 2.03 = 0.84 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \text{Ø VÁLIDO}$$

3.1.5. HIDROZONA 9

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 12 aspersores y una longitud de 80 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 12 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.00004 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.400.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.400} = 13.63 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{13.63}{80} \times 100 = 17.04 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00004^{1.8}}{17.04}} = 0.00756 \text{ m} = 7.56 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.00004^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 1.36 \%$$

$$h_f = J \times L = 1.36 \% \times 80 = 1.09 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.400 \times 1.09 = 0.48 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.6. HIDROZONA 10

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 2 aspersores y una longitud de 15 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J \% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 2 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000067 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.644} = 8.47 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{8.47}{15} \times 100 = 56.46 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000067^{1.8}}{56.46}} = 0.00301 \text{ m} = 3.01 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000067^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.592 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.592 \% \times 15 = 0.0888 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.644 \times 0.0888 = 0.0629 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.7. HIDROZONA 11

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 6 aspersores y una longitud de 50 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 6 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.00002 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h : pérdidas de carga admisibles
- a : coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F : coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.445.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.445} = 12.26 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{12.26}{50} \times 100 = 24.52 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00002^{1.8}}{24.52}} = 0.0054 \text{ m} = 5.40 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00002^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.39 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.39 \% \times 80 = 0.312 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.445 \times 0.312 = 0.153 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.8. HIDROZONA 12

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 3 aspersores y una longitud de 18 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 3 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.00001 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.540} = 10.1 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{10.1}{18} \times 100 = 56.11 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00001^{1.8}}{56.11}} = 0.00351 \text{ m} = 3.51 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00001^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.112 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.112 \% \times 18 = 0.02 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.540 \times 0.02 = 0.012 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

3.1.9. HIDROZONA 13

En este caso la tubería más desfavorable cuenta con 10 aspersores y una longitud de 70 metros.

El marco de aspersión es triangular de 6m x 6m.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{12 \frac{l}{h} \times 10 \text{ asp}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000333 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.409.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.409} = 13.34 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{13.34}{70} \times 100 = 19.06 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000333^{1.8}}{19.06}} = 0.00689 \text{ m} = 6.89 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm
- El diámetro escogido es el mínimo para una presión mayor de 2.5 atm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000333^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.98 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.98 \% \times 70 = 0.686 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.409 \times 0.686 = 0.309 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

4. GOTEOS. TUBERÍAS LATERALES. PORTAGOTEROS

4.1. CÁLCULO DE TUBERIAS LATERALES

4.1.1. HIDROZONA 1

Este sector se forma de varias zonas, las cuales están regadas mediante redes de riego por goteo ya que se ha considerado que el área de riego es reducida, y así evitar que se derroche cantidades elevadas de agua.

En este caso la tubería porta goteros más desfavorable tendrá un número de goteros una longitud de 205 metros. Siendo el caudal proporcionado es de 4 l/h, y el área de mojado por un solo emisor de 0.50 m (Rm). Se emplearán, en este caso, 76 goteros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{4 \frac{l}{h} \times 76 \text{ goteros}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000844 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coeficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para goteros separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de goteros; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre goteros. En este caso es 0.364.

$$h_f = \frac{2}{1.1 \times 0.364} = 4.99 \approx 5m$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{5}{205} \times 100 = 2.44 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000844^{1.8}}{2.44}} = 0.015 \text{ m} = 15 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 20 mm
- Diámetro interior de 17.2 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000844^{1.8}}{0.0172^{4.8}} = 1.26 \%$$

$$h_f = J \times L = 1.26 \% \times 205 = 2.58 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.364 \times 2.58 = 1.03 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

4.1.2. HIDROZONA 2

Este sector se forma de varias zonas, las cuales está regadas mediante redes de riego por goteo ya que se ha considerado que el área de riego es reducida, y así evitar que se derroche cantidades elevadas de agua.

En este caso la tubería porta goteros más desfavorable tendrá un número de goteros una longitud de 500 metros. Siendo el caudal proporcionado es de 4 l/h, y el área de mojado por un solo emisor de 0.50 m (Rm). Se emplearán, en este caso, 112 goteros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{4 \frac{l}{h} \times 112 \text{ goteros}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.000124 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para goteros separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de goteros; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre goteros. En este caso es 0.362.

$$h_f = \frac{2}{1.1 \times 0.362} = 5.02 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{5.02}{500} \times 100 = 1.01 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.000124^{1.8}}{1.01}} = 0.0208 \text{ m} = 20.8 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 25 mm
- Diámetro interior de 21.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.000124^{1.8}}{0.0218^{4.8}} = 0.807 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.807 \% \times 500 = 4.035 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.362 \times 4.035 = 1.61 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \text{Ø VÁLIDO}$$

4.1.3. HIDROZONA 4

Este sector se forma de varias zonas, las cuales está regadas mediante redes de riego por goteo ya que se ha considerado que el área de riego es reducida, y así evitar que se derroche cantidades elevadas de agua.

En este caso la tubería porta goteros más desfavorable tendrá un número de goteros una longitud de 20 metros. Siendo el caudal proporcionado es de 4 l/h, y el área de mojado por un solo emisor de 0.50 m (Rm). Se emplearán, en este caso, 28 goteros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{4 \frac{l}{h} \times 28 \text{ goteros}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000311 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para goteros separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de goteros; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre goteros. En este caso es 0.375.

$$h_f = \frac{2}{1.1 \times 0.375} = 4.85 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{4.85}{20} \times 100 = 24.25 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000311^{1.8}}{24.25}} = 0.00639 \text{ m} = 6.39 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 10 mm
- Diámetro interior de 6 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0000311^{1.8}}{0.006^{4.8}} = 32.78 \%$$

$$h_f = J \times L = 32.78 \% \times 20 = 6.55 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.375 \times 6.55 = 2.70 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ NO VÁLIDO}$$

Como el diámetro no es válido, se volverá a comprobar con un diámetro de tubería mayor, en concreto:

- Diámetro exterior de 12 mm
- Diámetro interior de 8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0000311^{1.8}}{0.008^{4.8}} = 8.24 \%$$

$$h_f = J \times L = 8.24 \% \times 20 = 1.65 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.375 \times 1.65 = 0.68 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

4.1.4. HIDROZONA 5

Este sector se forma de varias zonas, las cuales está regadas mediante redes de riego por goteo ya que se ha considerado que el área de riego es reducida, y así evitar que se derroche cantidades elevadas de agua.

En este caso la tubería porta goteros más desfavorable tendrá un número de goteros una longitud de 25 metros. Siendo el caudal proporcionado es de 4 l/h, y el área de mojado por un solo emisor de 0.50 m (Rm). Se emplearán, en este caso, 34 goteros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros,
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = \frac{4 \frac{l}{h} \times 34 \text{ goteros}}{3600 \frac{s}{h} \times 1000 \text{ l/m}^3} = 0.0000378 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para goteros separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de goteros; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre goteros. En este caso es 0.372.

$$h_f = \frac{2}{1.1 \times 0.372} = 4.89 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{4.89}{25} \times 100 = 19.56 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000378^{1.8}}{19.56}} = 0.00719 \text{ m} = 7.19 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 10 mm
- Diámetro interior de 6 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0000378^{1.8}}{0.006^{4.8}} = 46.57 \%$$

$$h_f = J \times L = 46.57 \% \times 20 = 9.314 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.372 \times 9.314 = 3.74 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ NO VÁLIDO}$$

Como el diámetro no es válido, se volverá a comprobar con un diámetro de tubería mayor, en concreto:

- Diámetro exterior de 12 mm
- Diámetro interior de 8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0000378^{1.8}}{0.008^{4.8}} = 11.71 \%$$

$$h_f = J \times L = 11.71 \% \times 25 = 2.92 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.375 \times 2.92 = 1.2 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

5. TUBERÍAS TERCIARIAS

Las tuberías terciarias son aquellas encargadas de alimentar a las tuberías laterales. Cada tubería tendrá como presión de funcionamiento aquella presión correspondiente a la requerida en cada tubería lateral, teniéndose en cuenta la más desfavorable, y tendrá una sección que le permita la circulación del caudal necesario por dichas tuberías.

5.1. TUBERÍA TERCIARIA T1

En este caso la tubería tiene una longitud de 12 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.000124 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \times \text{lateral}} \times \text{tuberías laterales} = 0.000124 \times 1 = 0.000124 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h : pérdidas de carga admisibles
- a : coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F : coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{5.45}{12} \times 100 = 45.42 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.000124^{1.8}}{45.42}} = 0.00941 \text{ m} = 9.41 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.000124^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 10.40 \%$$

$$h_f = J \times L = 10.40 \% \times 12 = 1.25 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 1.25 = 1.37 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 10 + \frac{3}{4} \times 1.37 = 11.02 \text{ m. c. a}$$

5.2.TUBERÍA TERCIARIA T2

En este caso la tubería tiene una longitud de 12 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000844 \frac{m^3}{s \times lateral} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000844 \times 1 = 0.0000844 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{5.45}{12} \times 100 = 45.42 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000844^{1.8}}{45.42}} = 0.00815 \text{ m} = 8.15 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0000844^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 5.21 \%$$

$$h_f = J \times L = 5.21 \% \times 12 = 0.625 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 0.625 = 0.687 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 10 + \frac{3}{4} \times 0.687 = 10.51 \text{ m.c.a}$$

5.3.TUBERÍA TERCIARIA T3

En este caso la tubería tiene una longitud de 75 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000311 \frac{m^3}{s \times lateral} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000311 \times 1 = 0.0000311 \text{ m}^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{5.45}{75} \times 100 = 7.27 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000311^{1.8}}{7.27}} = 0.00821 \text{ m} = 8.21 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000311^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.86 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.86 \% \times 75 = 0.65 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 0.65 = 0.71 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 10 + \frac{3}{4} \times 0.71 = 10.53 \text{ m.c.a.}$$

5.4.TUBERÍA TERCIARIA T4

En este caso la tubería tiene una longitud de 10 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00002 \frac{m^3}{s \times lateral} \times tuberías laterales = 0.00002 \times 2 = 0.00004 m^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.644} = 8.47 m$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{8.47}{10} \times 100 = 84.7 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00004^{1.8}}{84.7}} = 0.00541 m = 5.41 mm$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00004^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 1.36 \%$$

$$h_f = J \times L = 1.36 \% \times 10 = 0.136 m$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.644 \times 0.136 = 0.096 m < 6 m (h inicial) \rightarrow \emptyset VÁLIDO$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.096 = 30.07 \text{ m.c.a}$$

5.5.TUBERÍA TERCIARIA T5

En este caso la tubería tiene una longitud de 40 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000378 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \times \text{lateral}} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000378 \times 1 = 0.0000378 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles

- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{5.45}{40} \times 100 = 13.62 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000378^{1.8}}{13.62}} = 0.00775 \text{ m} = 7.75 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000378^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 1.22 \%$$

$$h_f = J \times L = 1.22 \% \times 40 = 0.49 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 0.49 = 0.54 \text{ m} < 2 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 10 + \frac{3}{4} \times 0.54 = 10.40 \text{ m. c. a}$$

5.6.TUBERÍA TERCIARIA T6

En este caso la tubería tiene una longitud de 8 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00001 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \times \text{lateral}} \times \text{tuberías laterales} = 0.00001 \times 1 = 0.00001 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{5.45}{8} \times 100 = 68.12 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00001^{1.8}}{68.12}} = 0.00337 \text{ m} = 3.37 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.00001^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.112 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.112 \% \times 8 = 0.009 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 0.009 = 0.0099 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.099 = 30.01 \text{ m.c.a}$$

5.7.TUBERÍA TERCIARIA T7

En este caso la tubería tiene una longitud de 15 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00001 \frac{m^3}{s \times lateral} \times tuberías laterales = 0.00001 \times 4 = 0.00004 m^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.491.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.491} = 11.11 m$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{11.11}{15} \times 100 = 74.06 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00004^{1.8}}{74.06}} = 0.00556 m = 5.56 mm$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00004^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 1.36 \%$$

$$h_f = J \times L = 1.36 \% \times 15 = 0.2 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.491 \times 0.2 = 0.11 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.11 = 33.08 \text{ m. c. a}$$

5.8.TUBERÍA TERCIARIA T8

En este caso la tubería tiene una longitud de 140 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 1 atm (10 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 10 \rightarrow h < 2 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000378 \frac{m^3}{s \times lateral} \times tuberías laterales = 0.0000378 \times 1 = 0.0000378 m^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 m$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{5.45}{140} \times 100 = 3.89 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000378^{1.8}}{3.89}} = 0.0102 m = 10.2 mm$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000378^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 1.23 \%$$

$$h_f = J \times L = 1.23 \% \times 140 = 1.72 m$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 1.72 = 1.89 m < 2 m (h inicial) \rightarrow \emptyset VÁLIDO$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 10 + \frac{3}{4} \times 1.89 = 11.42 \text{ m. c. a}$$

5.9.TUBERÍA TERCIARIA T9

En este caso la tubería tiene una longitud de 53 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000333 \frac{m^3}{s \times lateral} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000333 \times 3 = 0.0001 \text{ m}^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles

- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.540.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.540} = 10.10 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{10.10}{53} \times 100 = 19.05 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0001^{1.8}}{19.05}} = 0.01041 \text{ m} = 10.41 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0001^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 706 \%$$

$$h_f = J \times L = 7.06 \% \times 53 = 3.74 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.540 \times 3.74 = 2.22 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 2.22 = 31.67 \text{ m. c. a}$$

5.10. TUBERÍA TERCIARIA T10

En este caso la tubería tiene una longitud de 6 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00002 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \times \text{lateral}} \times \text{tuberías laterales} = 0.00002 \times 1 = 0.00002 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{5.45}{6} \times 100 = 90.83 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00002^{1.8}}{90.83}} = 0.00411 \text{ m} = 4.11 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.00002^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.39 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.39 \% \times 6 = 0.0234 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 0.0234 = 0.026 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.026 = 30.026 \text{ m.c.a}$$

5.11. TUBERÍA TERCIARIA T11

En este caso la tubería tiene una longitud de 25 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000067 \frac{m^3}{s \times lateral} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000067 \times 2 = 0.0000134 \text{ m}^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.644} = 8.47 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{8.47}{25} \times 100 = 33.88 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000134^{1.8}}{33.88}} = 0.00434 \text{ m} = 4.34 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000134^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.003 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.003 \% \times 25 = 0.0008 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.644 \times 0.0008 = 0.00056 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.00056 = 30.0004 \text{ m. c. a}$$

5.12. TUBERÍA TERCIARIA T12

En este caso la tubería tiene una longitud de 37 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000333 \frac{m^3}{s \times lateral} \times tuberías laterales = 0.000033 \times 3 = 0.0001 m^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.540.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.540} = 10.10 m$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{10.10}{37} \times 100 = 27.3 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0001^{1.8}}{27.3}} = 0.00966 m = 9.66 mm$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0001^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 7.06 \%$$

$$h_f = J \times L = 7.06 \% \times 37 = 2.61 m$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.540 \times 2.61 = 1.55 m < 6 m (h inicial) \rightarrow \emptyset VÁLIDO$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 1.55 = 31.16 \text{ m. c. a}$$

5.13. TUBERÍA TERCIARIA T13

En este caso la tubería tiene una longitud de 6 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00002 \frac{m^3}{s \times lateral} \times tuberías laterales = 0.00002 \times 1 = 0.00002 \text{ m}^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles

- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 1.00} = 5.45 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{5.45}{6} \times 100 = 90.83 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00002^{1.8}}{90.83}} = 0.00411 \text{ m} = 4.11 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00002^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.39 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.39\% \times 6 = 0.0234 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1 \times 0.0234 = 0.026 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.026 = 30.02 \text{ m. c. a}$$

5.14. TUBERÍA TERCIARIA T14

En este caso la tubería tiene una longitud de 8 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00004 \frac{m^3}{s \times lateral} \times \text{tuberías laterales} = 0.00004 \times 5 = 0.0002 \text{ m}^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.463.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.463} = 11.78 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{11.78}{8} \times 100 = 147.25 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0002^{1.8}}{147.25}} = 0.00881 \text{ m} = 8.81 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0002^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 24.60 \%$$

$$h_f = J \times L = 24.60 \% \times 8 = 1.97 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.463 \times 1.97 = 1.00 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 1.00 = 30.75 \text{ m.c.a}$$

5.15. TUBERÍA TERCIARIA T15

En este caso la tubería tiene una longitud de 10 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000733 \frac{m^3}{s \times lateral} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000733 \times 2 = 0.0001466 \text{ m}^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.644} = 8.47 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{8.47}{10} \times 100 = 84.7 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0001466^{1.8}}{84.7}} = 0.0088 \text{ m} = 8.80 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0001466^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 14.07 \%$$

$$h_f = J \times L = 14.07 \% \times 10 = 1.41 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.644 \times 1.41 = 1.00 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 1.00 = 30.75 \text{ m. c. a}$$

5.16. TUBERÍA TERCIARIA T16

En este caso la tubería tiene una longitud de 48 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00005 \frac{m^3}{s \times lateral} \times tuberías laterales = 0.00005 \times 3 = 0.00015 m^3/s$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.540.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.540} = 10.10 m$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{10.10}{48} \times 100 = 21.04 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00015^{1.8}}{21.04}} = 0.01187 m = 11.87 mm$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00015^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 14.66 \%$$

$$h_f = J \times L = 14.66 \% \times 48 = 7.03 m$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.540 \times 7.03 = 4.18 m < 6 m (h inicial) \rightarrow \emptyset VÁLIDO$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 4.18 = 33.14 \text{ m. c. a}$$

5.17. TUBERÍA TERCIARIA T17

En este caso la tubería tiene una longitud de 16 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000733 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \times \text{lateral}} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000733 \times 7 = 0.000513 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles

- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.432.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.432} = 12.62 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{12.62}{16} \times 100 = 78.91 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.000513^{1.8}}{78.91}} = 0.01429 \text{ m} = 14.29 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 20 mm
- Diámetro interior de 16.6 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.000513^{1.8}}{0.0166^{4.8}} = 38.50 \%$$

$$h_f = J \times L = 38.50 \% \times 16 = 6.16 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.432 \times 6.16 = 2.93 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 2.93 = 32.19 \text{ m. c. a}$$

5.18. TUBERÍA TERCIARIA T18

En este caso la tubería tiene una longitud de 8 metros.

La presión de funcionamiento óptima es de 3 atm (30 m.c.a.).

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 30 \rightarrow h < 6 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000567 \frac{\text{m}^3}{\text{s} \times \text{lateral}} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000567 \times 2 = 0.0001134 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{6}{1.1 \times 0.644} = 8.47 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{8.47}{8} \times 100 = 105.87 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0001134^{1.8}}{105.87}} = 0.00763 \text{ m} = 7.63 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.0001134^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 8.86 \%$$

$$h_f = J \times L = 8.86 \% \times 8 = 0.71 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.644 \times 0.71 = 0.50 \text{ m} < 6 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 30 + \frac{3}{4} \times 0.50 = 30.37 \text{ m. c. a}$$

6. TUBERÍAS SECUNDARIAS

Las tuberías terciarias son aquellas encargadas de alimentar a las tuberías terciarias. Cada tubería tendrá como presión de funcionamiento aquella presión correspondiente a la requerida en cada tubería terciaria, teniéndose en cuenta la más desfavorable, y tendrá una sección que le permita la circulación del caudal necesario por dichas tuberías.

6.1. TUBERÍA SECUNDARIA S1

En este caso la tubería tiene una longitud de 3 metros, y funcionará correctamente a una presión de 11.02 m.c.a.

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 11.02 \rightarrow h < 2.20 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000124 \frac{m^3}{s} \times \text{tuberías laterales} = 0.0000124 \times 1 = 0.0000124 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles

- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 1.00.

$$h_f = \frac{2.20}{1.1 \times 1.00} = 2.00 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{2.00}{3} \times 100 = 66.67 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.0000124^{1.8}}{66.67}} = 0.00366 \text{ m} = 3.66 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 16 mm
- Diámetro interior de 12.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.0000124^{1.8}}{0.0128^{4.8}} = 0.165 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.165 \% \times 3 = 0.005 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 1.00 \times 0.005 = 0.0055 \text{ m} < 2.20 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 11.02 + \frac{3}{4} \times 0.0055 = 11.024 \text{ m. c. a}$$

6.2.TUBERÍA SECUNDARIA S2

En este caso la tubería tiene una longitud de 190 metros, y funcionará correctamente a una presión de 10.53 m.c.a.

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 10.53 \rightarrow h < 2.106 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000844 + 0.0000311 = 0.000112 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.644.

$$h_f = \frac{2.106}{1.1 \times 0.644} = 2.97 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{hf}{L} \times 100 = \frac{2.97}{190} \times 100 = 1.56 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J \%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.000112^{1.8}}{1.56}} = 0.0183 \text{ m} = 18.30 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 25 mm
- Diámetro interior de 21.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J \% = 0.092 \times \frac{0.000112^{1.8}}{0.0218^{4.8}} = 0.67 \%$$

$$h_f = J \times L = 0.67 \% \times 190 = 1.28 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.644 \times 1.28 = 0.90 \text{ m} < 2.106 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \text{Ø VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 10.53 + \frac{3}{4} \times 0.90 = 11.21 \text{ m.c.a}$$

6.3.TUBERÍA SECUNDARIA S3

En este caso la tubería tiene una longitud de 280 metros, y funcionará correctamente a una presión de 31.67 m.c.a.

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 31.67 \rightarrow h < 6.334 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.00002 + 0.0000378 + 0.00001 + 0.00001 + 0.0000378 + 0.0000333 + 0.00002 + 0.0000067 + 0.0000333 + 0.00002 + 0.00004 = 0.00027 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.404.

$$h_f = \frac{6.334}{1.1 \times 0.404} = 14.25 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{14.25}{280} \times 100 = 5.10 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00027^{1.8}}{5.10}} = 0.01988 \text{ m} = 19.88 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 25 mm
- Diámetro interior de 21.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00027^{1.8}}{0.0218^{4.8}} = 3.28 \%$$

$$h_f = J \times L = 3.28 \% \times 280 = 9.18 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.404 \times 9.18 = 4.08 \text{ m} < 6.334 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \text{Ø VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 31.67 + \frac{3}{4} \times 4.08 = 34.73 \text{ m.c.a}$$

6.4.TUBERÍA SECUNDARIA S4

En este caso la tubería tiene una longitud de 340 metros, y funcionará correctamente a una presión de 33.14 m.c.a.

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{\gamma} \rightarrow h < 0.20 \times 33.14 \rightarrow h < 6.63 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000733 + 0.00005 + 0.0000733 + 0.0000567 = 0.000253 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.491.

$$h_f = \frac{6.63}{1.1 \times 0.491} = 12.27 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{12.27}{340} \times 100 = 3.61 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.000253^{1.8}}{12.27}} = 0.01616 \text{ m} = 16.16 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 20 mm
- Diámetro interior de 17.2 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.000253^{1.8}}{0.0172^{4.8}} = 9.09 \%$$

$$h_f = J \times L = 9.09 \% \times 340 = 30.92 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.491 \times 30.92 = 16.70 > 6.334 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ NO VÁLIDO}$$

Como el diámetro no es válido, se volverá a comprobar con un diámetro de tubería mayor, en concreto:

- Diámetro exterior de 25 mm
- Diámetro interior de 21.8 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.000253^{1.8}}{0.0218^{4.8}} = 2.91 \%$$

$$h_f = J \times L = 2.91 \% \times 340 = 9.91 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.491 \times 9.91 = 5.35 > 6.334 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 33.14 + \frac{3}{4} \times 5.35 = 37.15 \text{ m.c.a}$$

7. TUBERÍA PRIMARIA

Las tuberías primarias son aquellas que son suministradas directamente de la bomba de riego. Suele ser la tubería con mayor diámetro por que lleva un caudal suficiente para abastecer a las tuberías secundarias.

7.1.TUBERÍA PRIMARIA P1

En este caso la tubería tiene una longitud de 60 metros, y funcionará correctamente a una presión de 37.15 m.c.a.

La condición de funcionamiento que se exige es que las pérdidas de carga (h) sean menores del 20 % de la presión de funcionamiento. Por ello:

$$h = 0.20 \times \frac{Pf}{y} \rightarrow h < 0.20 \times 37.15 \rightarrow h < 7.43 \text{ m}$$

Para el cálculo de las pérdidas de carga emplearemos la fórmula de Veronesse, válida para tuberías de PVC como de PE. Siendo la fórmula la siguiente:

$$J\% = 0.092 \times \frac{Q^{1.8}}{D^{4.8}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior de la tubería en metros
- Q: Caudal transportado en m³/s.

Cálculo del caudal necesario:

$$Q = 0.0000124 + 0.000112 + 0.00027 + 0.000253 = 0.00065 \text{ m}^3/\text{s}$$

Coefficiente de Christiansen:

$$h_f = \frac{h}{a \times F}$$

Donde:

- h: pérdidas de carga admisibles
- a: coeficiente de separación (1.1 para aspersores separados).
- F: coeficiente de Christiansen. Depende del número de aspersores; del exponente al que este elevado caudal y de la distancia entre aspersores. En este caso es 0.491.

$$h_f = \frac{7.43}{1.1 \times 0.491} = 13.75 \text{ m}$$

$$J\% = \frac{h_f}{L} \times 100 = \frac{13.75}{60} \times 100 = 22.91 \%$$

Sustituyendo el diámetro en la ecuación de Veronesse queda:

$$D = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times Q^{1.8}}{J\%}} = \sqrt[4.8]{\frac{0.092 \times 0.00065^{1.8}}{22.91}} = 0.02201 \text{ m} = 22.01 \text{ mm}$$

Por ello el diámetro comercial elegido para este sector será el siguiente:

- Diámetro exterior de 32 mm
- Diámetro interior de 28.4 mm

Comprobación de la caída de presión:

$$J\% = 0.092 \times \frac{0.00065^{1.8}}{0.0284^{4.8}} = 4.48 \%$$

$$h_f = J \times L = 4.48 \% \times 60 = 2.69 \text{ m}$$

$$h = a \times F \times h_f = 1.1 \times 0.491 \times 2.69 = 1.45 \text{ m} < 7.43 \text{ m (h inicial)} \rightarrow \emptyset \text{ VÁLIDO}$$

Presión a suministrar para un correcto funcionamiento:

$$\frac{Po}{\gamma} = \frac{Pa}{\gamma} + \frac{3}{4}h = 37.15 + \frac{3}{4} \times 1.45 = 38.24 \text{ m.c.a}$$

8. CASETA DE RIEGO

La caseta de riego que se quiere construir estará localizada en la entrada desde Lardero, justo antes de entrar en la zona delimitada del proyecto. Este lugar permite una distribución adecuada de las tuberías, además de ser un lugar perfecto para suministrar el agua de la acequia a las bombas del interior de la caseta. Esta estructura poseerá una dimensión de 9 m², con 3 m de lado y 3 m de ancho.

La caseta estará formada por muros de bloque de hormigón de 20 cm de espesor. La cubierta será una losa, mediante paneles de chapa de acero lacado, de espesor no inferior a 1 mm con núcleo de poliestireno. Se apoyará sobre tres correas metálicas IPN - 80. Para el acceso al interior de la caseta se instalará una puerta metálica, de dimensiones 0.8 x 2 m. Además se instalará una ventana de 1 x 0.8 m.

La caseta de riego irá ubicada sobre una suela de hormigón HA – 250 de 16 cm de espesor armado con mallas electrosadas (135 Kg/m²) sobre un ensanchado de canto rodado de 20 cm de espesor.

9. ELEMENTOS NECESARIOS PARA EL SISTEMA DE RIEGO

El cabezal de riego es un elemento imprescindible en la instalación, ya que en él se encuentran los aparatos de medición, maniobra, bombeo y filtrado.

9.1. VÁLVULA DE RETENCIÓN

Permite el paso del agua en un solo sentido.

9.2. VÁLVULA DE ALIVIO

Se coloca seguida de la válvula de retención. Su misión es evitar sobrepresiones, de manera que si se produce un aumento de presión por encima de lo establecido, se abre provocando la caída de presión del sistema.

Se tendrá en cuenta la variación de presión en aquellos tramos en los que se deba abastecer los ramales del riego por goteo, ya que en estos la presión de funcionamiento es mucho menor que en riego por aspersión.

9.3. REJILLA

Se coloca delante de toda la instalación para evitar la entrada de objetos indeseados.

9.4. FILTRO DE MALLA

La característica principal de los filtros de malla es que hacen un limpiado más superficial y se colmatan con rapidez, especialmente si el agua tiene gran cantidad de algas.

9.5. TUBERÍA DE ASPIRACIÓN

La tubería de aspiración es la que comunica el motor y el agua de la acequia. Es una tubería de igual diámetro que la principal y tiene 10 m de longitud. Las pérdidas de carga que se producen en esta tubería son de 10 m.c.a.

9.6. CONTADOR DE AGUA

Se instalará un contador Woltman. La pérdida de carga producida por el contador será de 1 m.c.a.

9.7. ELECTROVÁLVULAS

La electroválvula es un dispositivo que permite el paso controlado de agua a través de ella, gracias a un impulso eléctrico. Éste impulso se transforma en impulso mecánico, haciendo así que se abra o se cierre el paso de agua. Se colocarán en cada subunidad, al principio de las tuberías S1, S2, S3, S4, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18 Irán conectadas al programador de riego mediante un cable de 1,5 mm². Las electroválvulas serán de 3".

9.8. ACCESORIOS Y CONEXIONES

Son todas las conexiones necesarias para que pueda funcionar el riego, como son reducciones, T, codos... Las pérdidas de carga producidas por los codos son de 3 m.c.a y las de las T son de 2,5 m.c.a.

9.9. PROGRAMADOR DE RIEGO

El programador de riego nos permite realizar los riegos en el momento deseado, controlando la apertura y cierre de las electroválvulas y el encendido del motor.

9.10.BOMBA

La bomba es el aparato que coge el agua del pozo y la impulsa con la presión necesaria para que funcione la instalación. Se debe calcular la altura necesaria que debe suministrar la bomba para que funcione toda la instalación correctamente

CONCEPTO	H (m.c.a)
Presión al inicio de la estación	37.15
Pérdidas de carga producida por los filtros	2
Pérdidas del contador	1
Pérdidas por aspiración	10
TOTAL	50.15

Con la siguiente fórmula calcularemos la potencia necesaria que tiene que aportar la bomba:

$$P = \frac{Q \times H}{75 \times R}$$

Donde:

- Q: Caudal en l/s mayorado un 20%. El más desfavorable.
Q = 0.0065 m³/s = 23.5 m³/h
- H: Pérdidas de carga totales, mayoradas un 10%
- R: Rendimiento de la bomba (80%)

$$P = \frac{(23.5 \times 1.2) \times (50.15 \times 1.1)}{75 \times 0.8} = 25.9 \text{ CV}$$

Se instalará una bomba de 30 CV, de 2.2 kW/h

ANEJO 11

MOBILIARIO URBANO

Y

EQUIPAMIENTO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	MOBILIARIO URBANO	2
2.1.	BANCOS	2
2.1.1.	BANCO GIUNONE	3
2.1.2.	BANCO MARINA	3
2.1.3.	BANCO MODULAR ESCOFET	4
2.2.	PAPELERAS	5
2.2.1.	PAPELERA DELFI SIN TAPA	5
2.2.2.	PAPELERA PARA ZONAS DE CÉSPED O PAVIMENTOS BLANDOS.....	6
2.3.	FUENTES.....	6
2.3.1.	FUENTE MODERNA BOREAL.....	7
2.3.2.	FUENTE CONJUNTA PARA PERSONAS Y MASCOTAS	8
2.4.	APARCAMIENTOS PARA BICICLETAS.....	9
2.4.1.	MODELO RÚSTICO	9
2.5.	MESAS	10
2.5.1.	MESA PICNIC MARINA	10
2.6.	ALCORQUES	11
2.7.	PILONAS	13
2.8.	OTROS EQUIPAMIENTOS.....	14
2.8.1.	ELEMENTOS INFORMATIVOS	14
2.8.2.	ALUMBRADO	14
3.	ELEMENTOS DE JUEGOS INFANTILES	15
3.1.	NORMATIVA SOBRE PARQUES INFANTILES.....	15
3.2.	PIVOTES DE EQUILIBRIO.....	15
3.3.	PUENTE DE EQUILIBRIO.....	16
3.4.	TIROLINA	17

1. INTRODUCCIÓN

El mobiliario urbano se instala en el espacio público con el principal propósito de ser algo útil para el ciudadano. Se trata de elementos con diferentes funciones como pueden ser la iluminación, limpieza, ocio, juego...

La importancia del mobiliario urbano es indiscutible y no sólo deben ser correctamente seleccionados sino que su número y localización deben ser los adecuados. De esta manera se lograrán zonas verdes agradables, donde todo ciudadano podrá disfrutar de las distintas zonas y actividades que se presentan.

Por tanto, para satisfacer las necesidades que trata de cubrir el nuevo parque, a la hora de elegir el mobiliario se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Economía y racionalización en su colocación.
- Condiciones funcionales y de integración.
- Utilización de criterios de claridad y versatilidad.
- Integración, no incorporación.
- Austeridad en el rigor de los materiales y simplificación en las formas.
- Elementos coherentes con el momento actual, pero respetuosos con otras arquitecturas ya ubicadas en la zona.

Así pues, el mobiliario urbano debe unir conceptos de funcionalidad, racionalidad e integración, manteniendo un adecuado diseño.

Se han elegido principalmente líneas de productos de materiales nobles, resistentes y duraderos que cumplen todos los criterios de resistencia al envejecimiento, a los cambios bruscos de temperatura, a las radiaciones solares y a la corrosión, así como al desgaste por el uso y el vandalismo.

Se han analizado diferentes catálogos de diversas casas comerciales, barajando múltiples posibilidades y teniendo en cuenta que los elementos deberán cumplir los mínimos legales exigidos.

Por ello, y a continuación se van a mostrar diferentes fotografías y características de los elementos seleccionados.

La ubicación de los elementos queda reflejada en el Plano07_Mobiliario urbano referidos al ajardinamiento de las distintas zonas.

2. MOBILIARIO URBANO

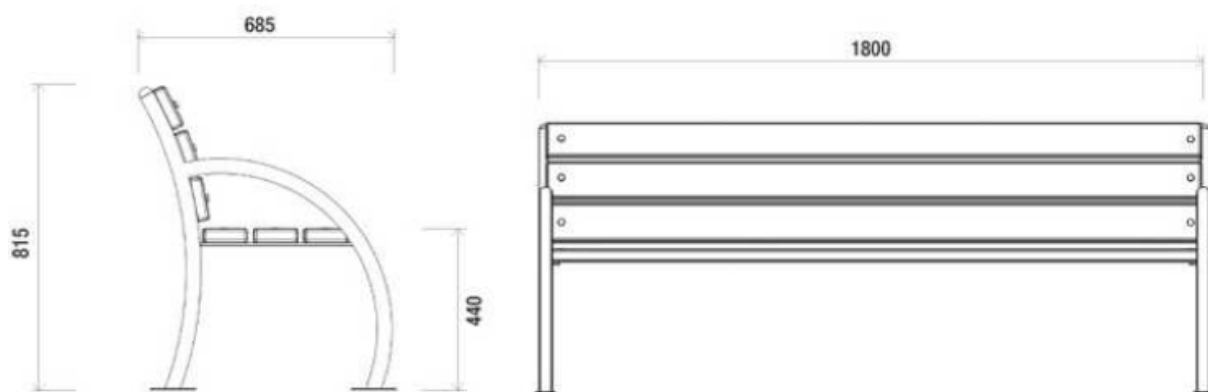
2.1. BANCOS

Los bancos son diseñados y ubicados de forma que puedan ser usados por todos los ciudadanos y que no se conviertan en obstáculos para el tránsito peatonal. Estos elementos tendrán las medidas exigidas en manuales de parques accesibles y se situarán sobre una superficie nivelada, firme y antideslizante.

2.1.1. BANCO GIUNONE

Características principales:

- Las patas laterales del banco Giunone son de tubo redondo de acero curvado de 40 x 2 mm con placas para fijar al suelo.
- Las cinco láminas de 120 x 40 mm apoyan sobre específicos nervios y están soldadas a los costados, las láminas pueden ser de plástico reciclado heterogéneo barnizado por extrusión o de madera de pino tratada autoclave.
- Las láminas están fijadas a los costados mediante sus correspondientes tornillos.
- Cada lámina de plástico reciclado está reforzada por una banda de chapa de acero de 2 mm de espesor.
- Todas las partes metálicas están protegidas por cataforesis o galvanizado y sucesivamente barnizadas con pintura en polvo poliéster.
- Toda la tornillería es de acero inoxidable.
- Dimensiones (en mm): 1800 x 685 x 815 y asiento 440 mm.



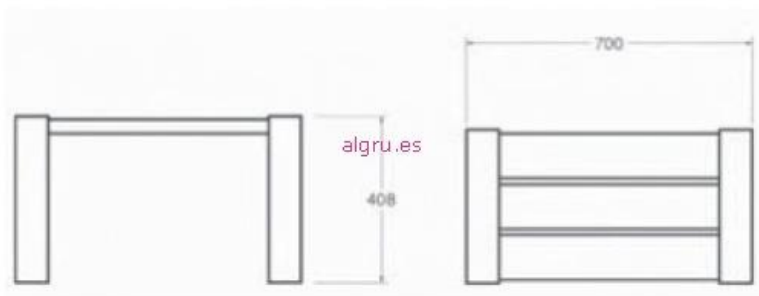
2.1.2. BANCO MARINA

Características principales:

- Banco sin respaldo.

ANEJO 11: MOBILIARIO URBANO Y EQUIPAMIENTO

- Compuesto por tres listones de madera de Guinea.
- Patas de acero pintado en oxirón.
- Anclaje con tornillos M10 x 100.
- Dimensiones: 700 x 375 x 408 mm.

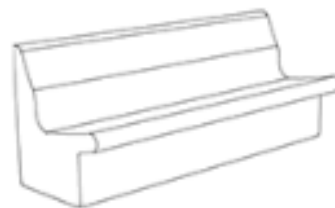


2.1.3. BANCO MODULAR ESCOFET

A lo largo de los caminos se colocaran bancos de hormigón modulares, ya que son fáciles de colocar y de suministrar, incluso de reponer si hay roturas.

Características principales:

- Son bancos urbanos de gran Resistencia y altamente decorativos.
- Versatilidad de usos y posibilidades.
- Capacidad de definir fronteras dentro de un espacio público.
- Compuesto por aditivos hidrofugantes y anti graffiti que favorecen su Resistencia a la erosion.
- Dimensiones → Modelo recto 175: 175 x 64 x 71.



2.2. PAPELERAS

Se colocarán papeleras en las zonas del proyecto, así como en las cercanías de caminos y bancos. Se sugieren los siguientes modelos según su situación.

2.2.1. PAPELERA DELFI SIN TAPA

Características principales:

- La papelerera Delfi tiene una capacidad de 65 litros.
- El cuerpo es de forma cilíndrica recubierto de láminas de plástico reciclado de 100 x 30 mm anclado a una estructura interna compuesta de bandas de acero de 5 mm de espesor.
- El contenedor interno es de acero de 1,2 mm de espesor con maneta para su desplazamiento.
- El anillo superior es de acero de 5 mm de espesor anclado al cuerpo mediante una resistente bisagra. Se mantiene cerrado mediante una cerradura con llave cuadrada universal.
- Todas las partes metálicas, menos las que son de acero inoxidable, están protegidas por cataforesis o galvanizado y sucesivamente barnizadas con pinturas en polvo poliéster.
- Toda la tornillería es de acero inoxidable.
- Dimensiones papelerera Delfi sin tapa: diámetro l. 470 mm x h. 870 mm. Peso: 40 kg.



2.2.2. PAPELERA PARA ZONAS DE CÉSPED O PAVIMENTOS BLANDOS

Se trata de una pieza de gran capacidad, construida en madera de pino. Su diseño rustico encaja perfectamente con el estilo que presenta esta zona del parque. La papelera está dotada de una tapa superior abatible de tablero alistonado a contraveta fenólico, que protege su contenido. Presenta una capacidad de bolsas de 110 litros.

Características principales:

- Material: Madera de pino. Tornillería en acero inoxidable.
- Acabados: Madera con tratamiento autoclave a vacío-presión clase 4 contra la carcoma, termitas e insectos. Acabado color natural.
- Anclaje: Mediante tres pernos de expansión de M8.



2.3. FUENTES

Se colocarán fuentes en las distintas zonas del parque, adaptadas a todo tipo de personas.

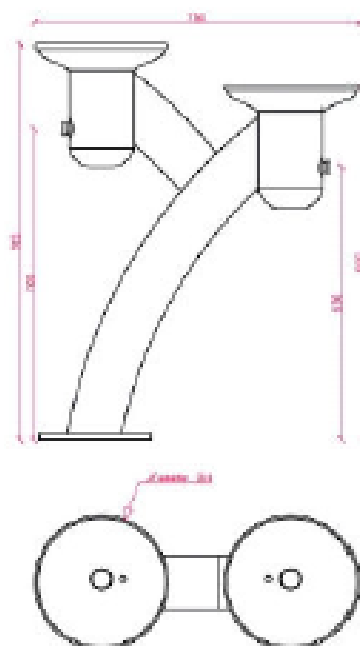
La toma de agua se hará desde la red general del municipio, siendo apta para el consumo humano. Aunque será conveniente realizar análisis periódicos para comprobar el buen estado de ésta.

2.3.1. FUENTE MODERNA BOREAL

Fuente muy cómoda y adaptada para beber agua, sobre todo para los niños, por lo que se colocarán en zonas anexas a los juegos infantiles.

Características generales:

- Nombre: Fuente Moderna Modelo Boreal I.
- Modelo Referencia: FHMBBorI.
- Descripción: Fuente moderna con cuerpo de tubo de acero lacado al horno, una de las copas, la que se encuentra a una altura de 820 mm, es más accesibles para niños y minusválidos. Color gris.
- Dimensiones:
 - o Altura: 915 mm.
 - o Ancho: 750 mm.
 - o Peso: 15 Kg.
- Materiales y acabados:
 - o Cuerpo de tubo de acero de 2 mm.
 - o Tornillería de acero inoxidable.
 - o Grifería temporizada.
 - o Desengrase, imprimación y lacado al horno.

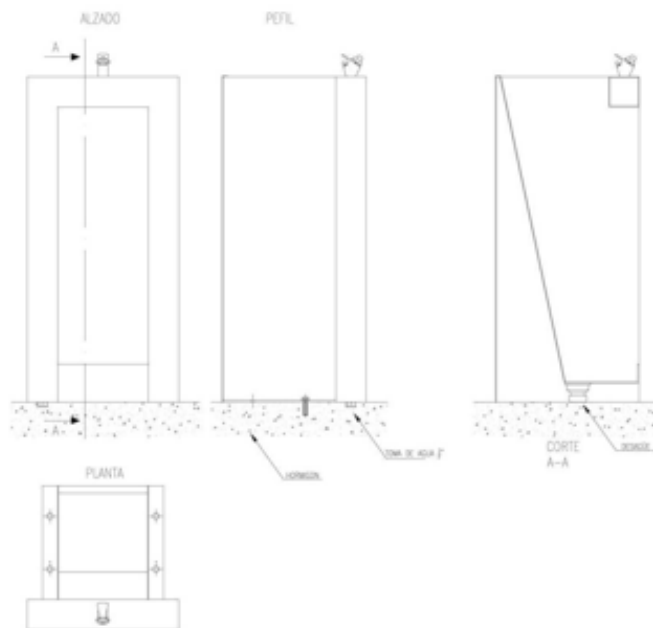


2.3.2. FUENTE CONJUNTA PARA PERSONAS Y MASCOTAS

Se trata de un tipo de fuente moderna para que se pueda emplear, a parte del uso de por personas, para las mascotas.

Características principales:

- Nombre: Fuente Conjunta Personas y Perros Modelo Mascotas.
- Modelo referencia: FHMBEMasc.
- Descripción: Fuente conjunta para personas y animales que permite en un mismo grifo ser usados por ambos, de forma sencilla y fácil para nuestras mascotas y sobre todo disminuyendo al máximo los peligros de transmisión de enfermedades entre mascotas e incluso mascota-personas.
- Dimensiones:
 - Altura: 1.000 mm.
 - Ancho: 300 mm.
 - Peso: 40 Kg.



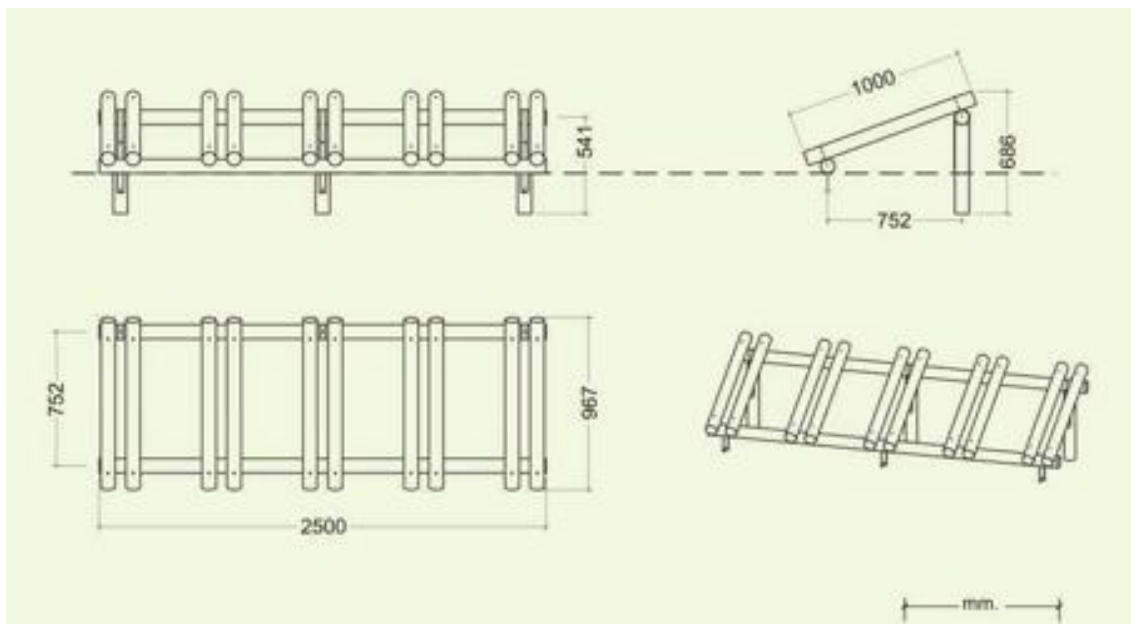
2.4. APARCAMIENTOS PARA BICICLETAS

Se emplearán un tipo de modelo de aparca bicicletas, los cuales se colocarán en la zona del parque interior, en la zona del mirador y en la zona más baja (zona A).

2.4.1. MODELO RÚSTICO

Hemos elegido éste modelo más rústico. Fabricado en rollizo de madera de pino de Suecia tratada en autoclave, con una tornillería de acero galvanizado.

Las medidas son las siguientes: 2.500 x 967 x 460 mm.



2.5. MESAS

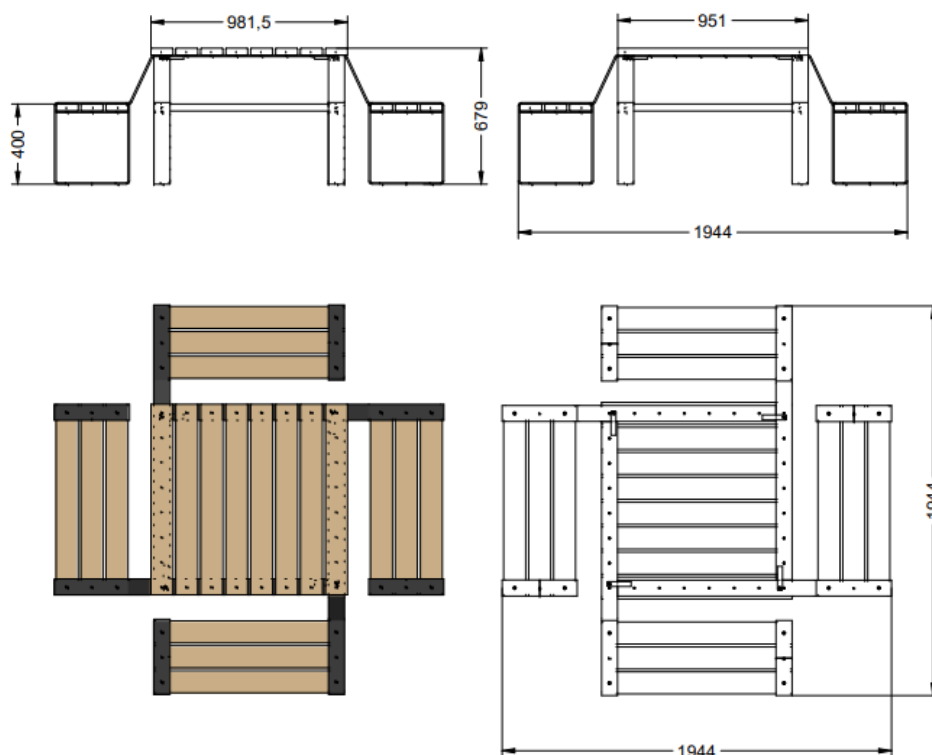
Se empleará solamente un estilo de mesa para las zonas del parque interior y en la zona de descanso. El tipo de mesa empleado será la Mesa Picnic Marina.

2.5.1. MESA PICNIC MARINA

Características principales:

- Nombre: Mesa Picnic Marina.
- Modelo: E-PICNOC-1006-OX.
- Descripción: Mesa picnic tipo marina, formada por cuatro asientos de 1000 x 400 mm y por una mesa de 1000 x 980 mm.
- Material: Listones de madera de guinea y soportes de acero pintado en oxiron al horno.
- Anclaje: Tornillo M10x100.
- Dimensiones:
 - o Ancho: 1981.23 mm.
 - o Largo: 1983.73 mm.
 - o Alto: 688 mm.

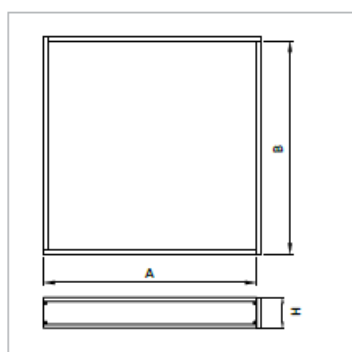




2.6. ALCORQUES

Se utilizarán un determinado tipo de alcorque en las zonas donde no se planten los arboles sobre césped, y donde se le quiera aportar otro estilo al proyecto.

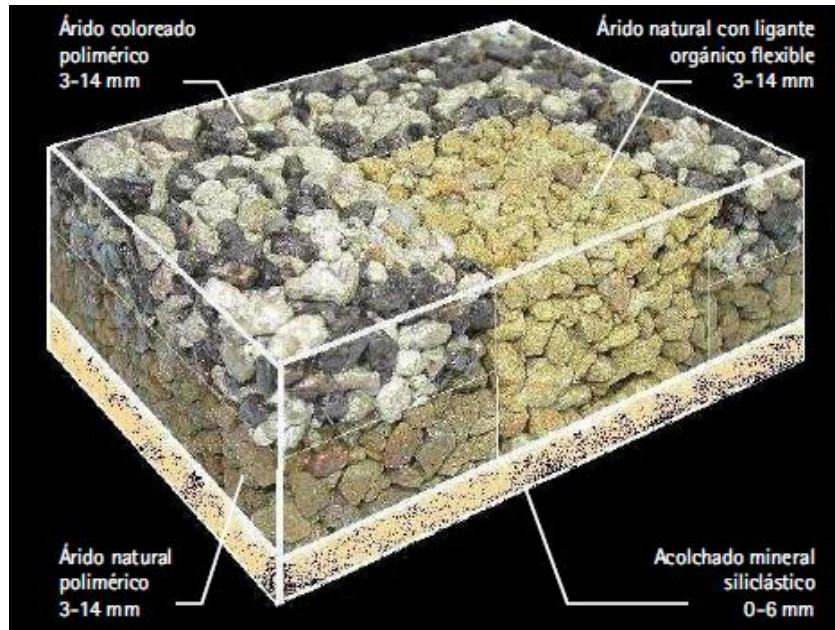
Se empleará un alcorque cuadrado A58N. Es un alcorque de acero en fundición dúctil sin pintar (oxidado). Se entrega en cuatro piezas. Auto anclaje con tornillos y cimentación.



Ref.	A	B	H
A54N	800	800	200
A55N	1000	1000	200
A56N	1200	1200	200
A57N	1400	1400	200
A58N	1600	1600	200

ANEJO 11: MOBILIARIO URBANO Y EQUIPAMIENTO

Para el relleno de alcorques se emplean áridos basados en el empleo de unos residuos de piedra natural machacados con objeto de obtener una granulometría adecuada. Estos áridos se mezclan con unas resinas poliméricas.

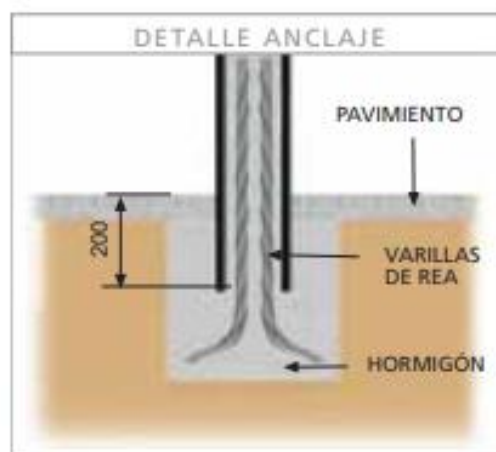
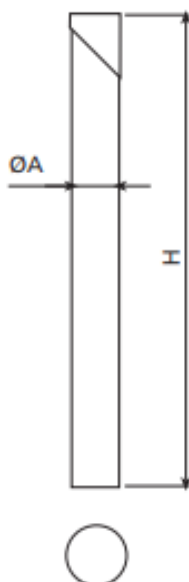


2.7. PILONAS

Se utilizarán como elementos de delimitación de ámbito y de protección peatonal y estarán adecuadamente señalizados mediante bandas fluorescentes en el tramo superior del fuste. Los elementos para impedir el paso de vehículos estarán separados a una distancia de 1,5 m y tendrán una altura mínima de 0,80 m y una sección circular de diámetro entre 0,95 y 0,1 m. Se colocarán en los accesos a las diferentes zonas del parque (en la entrada a los caminos).

Características generales:

- Nombre: Pilona Dalia.
- Modelado: H314.
- Descripción: La pilona Dalia con un diseño exclusivo (modelo patentado) destaca por sus formas simples y cilíndricas que garantizan la multifuncionalidad. El embellecedor en acero inoxidable en la parte superior le proporciona un aspecto más distintivo. Es perfecta para ubicarla en espacios abiertos y también en calles estrechas de núcleos antiguos para controlar, limitar o impedir el tránsito de vehículos y para garantizar la seguridad de los peatones. Resulta un complemento de mobiliario urbano perfecto también para delimitar espacios de forma permanente
- Material: Hierro, parte superior con embellecedor de acero inoxidable
- Medidas: 1.000 x $\varnothing 90$ mm.
- Instalación: Base empotrable y varillas de rea con hormigón.
- Acabados: Pintura negro forja.
- Anclaje: Se prevé la colocación de algunos de estos elementos con sistema de “anclaje basculante”, que permiten su retirada para facilitar el acceso a la zona que delimiten en el caso de que sea necesaria la entrada de ambulancias, coche de bomberos...



2.8. OTROS EQUIPAMIENTOS

2.8.1. ELEMENTOS INFORMATIVOS

En cada zona del proyecto se colocarán diversos paneles informativos con el nombre de las especies, e información sobre ellas, que se han usado en cada una de las zonas.

2.8.2. ALUMBRADO

Se detallará en el anejo nº 13 de “Red eléctrica”

3. ELEMENTOS DE JUEGOS INFANTILES

3.1. NORMATIVA SOBRE PARQUES INFANTILES

Los parques infantiles se han convertido en lugares cotidianos de encuentro en los que los niños a la vez que juegan, adquieren destreza motriz, cultivan nuevas habilidades y aprender a convivir con otros niños. Sin embargo, es necesario minimizar en lo posible el riesgo de accidentes y por eso, es imprescindible cumplir los requisitos de seguridad que la normativa vigente establece.

En este sentido, la Comisión Europea aprobó en 1988 una normativa sobre seguridad en juegos infantiles, que no establece diferencias entre los que se hacen en la calle o los que tienen lugar en el interior de los centros de recreo.

La normativa europea (UNE-EN 1176 y 1177) establece una larga serie de exigencias en materia de seguridad para evitar accidentes en los parques de juego infantiles. Estas normas recogen los requisitos que deben cumplir los equipos (columpios, toboganes...) y los materiales utilizados, las dimensiones de los huecos y espacios libres que eviten riesgos de contención, las distancias y alturas de seguridad, la protección contra caídas y enganchones de ropa y pelo, etc.

Además, hacen referencia a los grosores de recubrimiento de las áreas de juego, a los requisitos de la instalación, las distancias libres de obstáculos y al mantenimiento posterior del área de juego.

Las normas UNE, traducidas por AENOR y publicadas en el BOE en 1999 y 2000, son las que hacen referencia a *Equipamientos de las áreas de juegos*. Por lo general, los fabricantes nacionales de juegos infantiles las cumplen holgadamente.

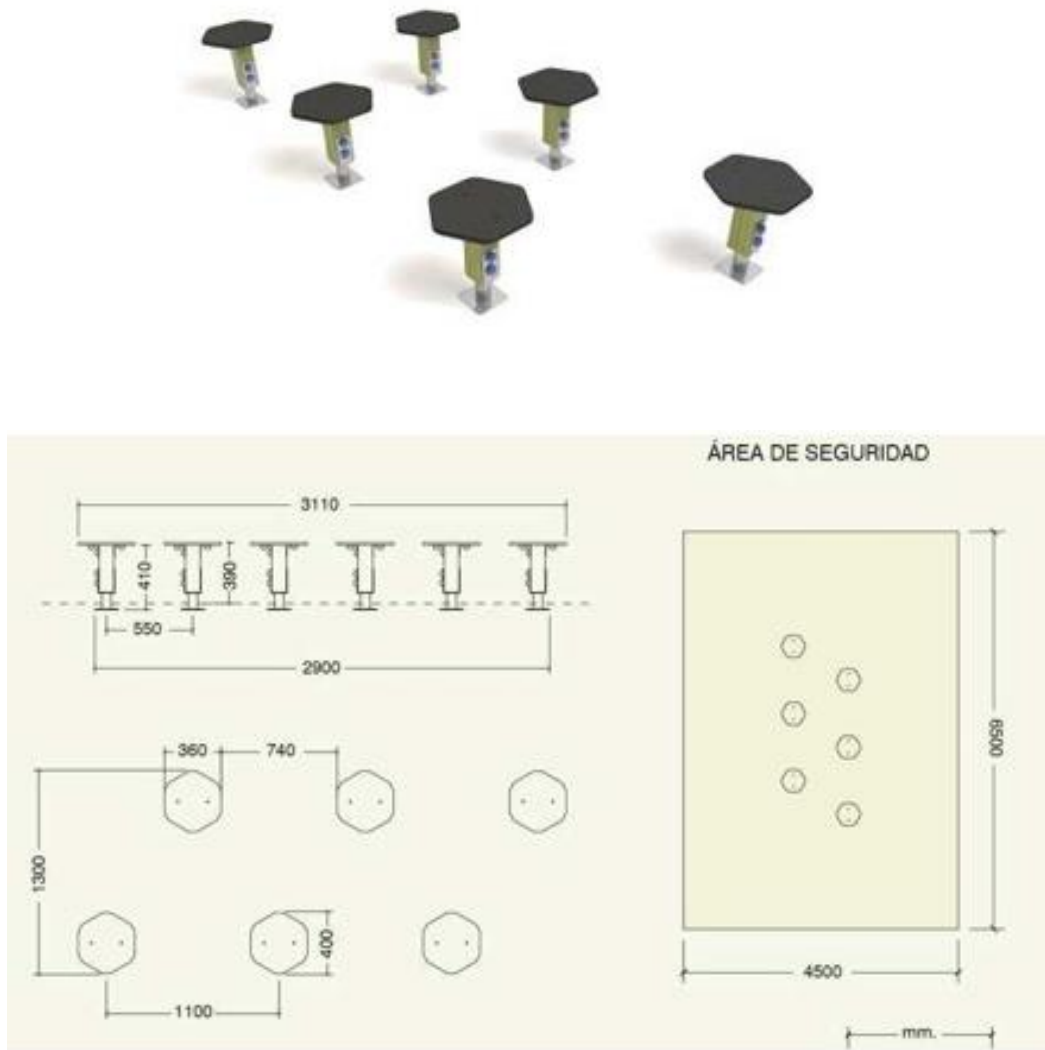
Por otro lado, los elementos de las áreas de juego tendrán que estar homologados y deberán ser instalados de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones dictadas por el fabricante. Es obligatorio que los equipamientos hayan superado la evaluación del centro alemán que otorga la marca TÜV PRODUCT SERVICE, una marca que certifica su calidad y que hayan obtenido el certificado de calidad ISO 9001:2000 expedido por AENOR.

Además se tendrá en cuenta la accesibilidad del parque a la hora de elegir los juegos infantiles, para que todos los niños puedan hacer uso de él.

3.2. PIVOTES DE EQUILIBRIO

Pivotes diseñados para practicar ejercicios de equilibrio y musculación. Al estar unos cerca de otros podemos saltar y practicar la coordinación del cuerpo. Toda la madera está tratada en autoclave.

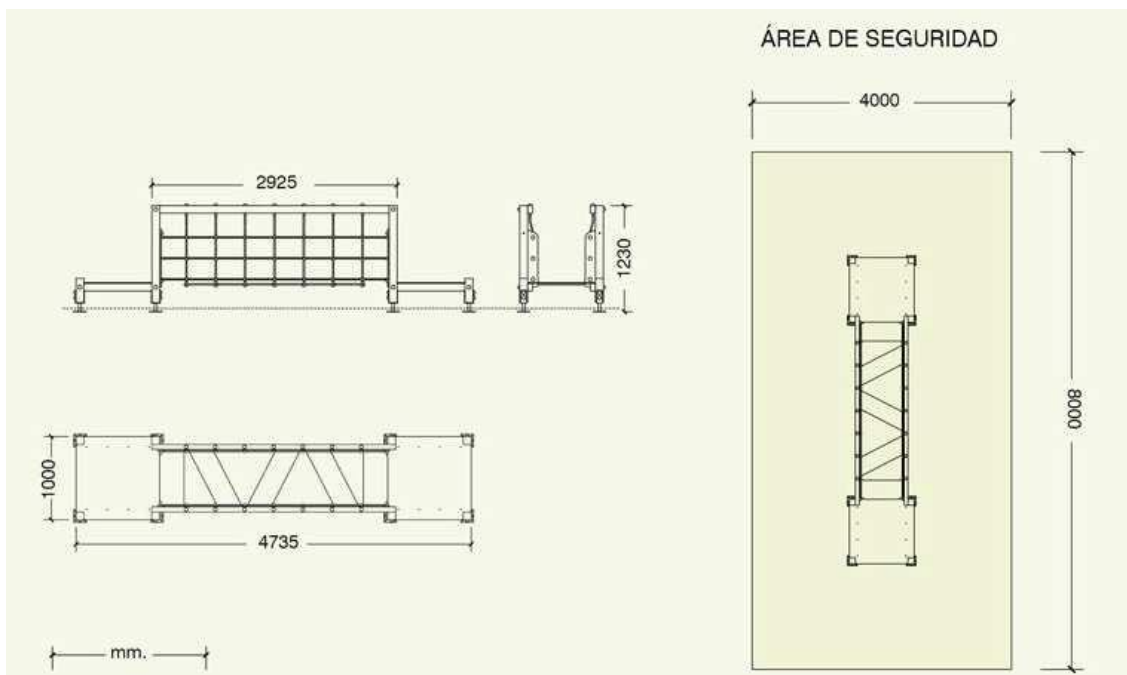
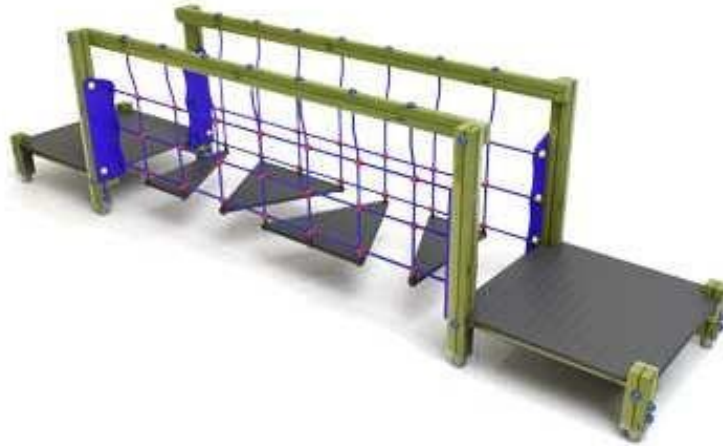
- Información técnica:
 - Edad recomendada de uso: a partir de 12 años.
 - Altura de caída: 42.80 cm.
 - Superficie de seguridad: 29.25 m².
- Materiales:
 - Estructura: Madera.



3.3. PUENTE DE EQUILIBRIO

Juego basado básicamente en el equilibrio. Se intenta pasar de una a otra plataforma superando el movimiento pendular del puente ocasionado por las piezas móviles que constituyen la base del mismo.

- Información técnica:
 - Edad de uso: A partir de un año.
 - Altura de caída: 35 cm.
 - Superficie de seguridad: 32m².
- Materiales:
 - Estructura: Madera.
 - Red: Polipropileno con alma de acero trenzado.
 - Plataformas: Contrachapado fenólico. Antideslizante 18 mm.



3.4. TIROLINA

Conjunto formado por una estructura de salida y una de llegada. La estructura de salida, de mayor altura, está compuesta por una plataforma a la cual se accede mediante una escalerilla inclinada.

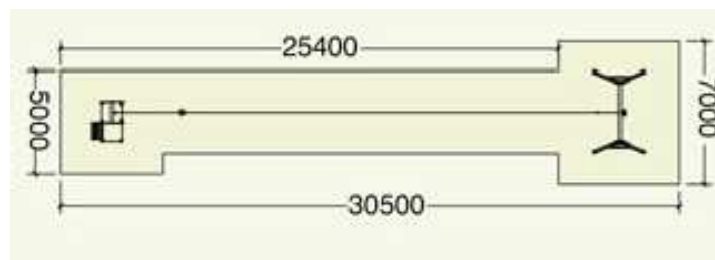
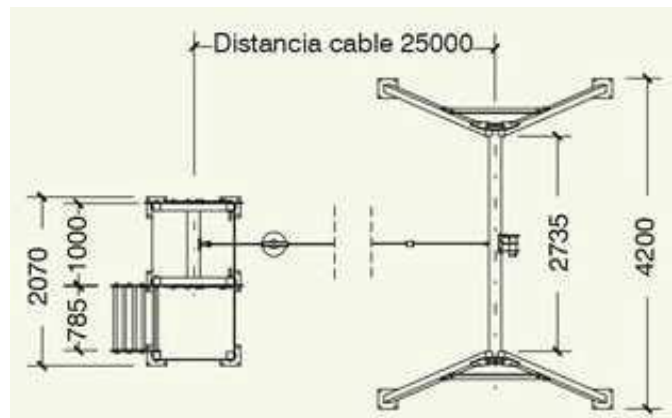
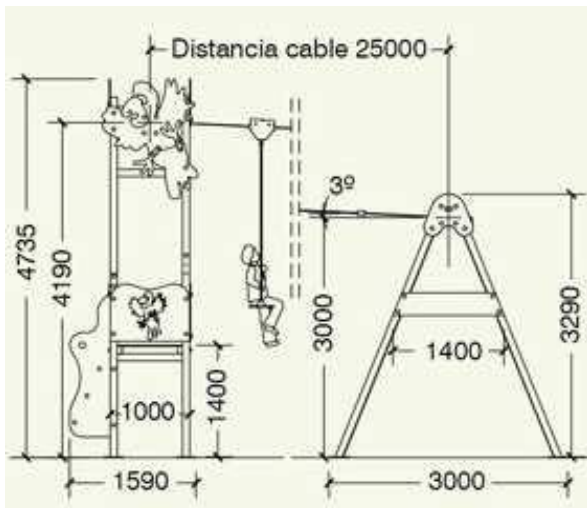
La estructura de llegada está constituida por un pórtico provisto de un sistema de frenado para el elemento deslizador.

Ambas estructuras, situadas a 25 m de distancia entre sí, están unidas mediante un cable de acero que sirve de guía para el elemento deslizador o tirolina.

- Información técnica:

ANEJO 11: MOBILIARIO URBANO Y EQUIPAMIENTO

- Edad recomendada de uso: A partir de 6 años.
- Altura de caída: 1,5-1,9 m.
- Superficie de seguridad: 145 m².
- Materiales:
 - Estructura: Acero.
 - Paneles: Polietileno de 10-18 mm.
 - Deslizador: Acero inoxidable y caucho.
 - Plataformas y peldaños: Contrachapado Fenólico Antideslizante 18 mm.



ANEJO 12

RED ELÉCTRICA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVOS DEL ALUMBRADO	2
3.	ELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS	2
3.1.	LÁMPARAS	2
3.2.	COLUMNAS	4
4.	ESTUDIO LUMINOTÉCNICO	5
4.1.	NIVEL DE ILUMINACIÓN	6
4.2.	FACTOR DE MANTENIMIENTO	6
4.3.	FACTOR DE UTILIZACIÓN	6
4.4.	NÚMEROS DE LUMINARIAS (MÉTODO DEL LUMEN)	6
4.5.	DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS	7
5.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	8
5.1.	DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN	8
5.2.	RED DE ALIMENTACIÓN SUBTERRÁNEA	9
5.2.1.	CABLES.....	9
5.2.2.	ENTUBADOS	9
5.2.3.	CANALIZACIONES ENTUBADAS	9
5.2.4.	TOMAS DE TIERRA	10
5.3.	INSTALACIONES DE ENLACE	10
5.3.1.	CAJA DE PROTECCIÓN	10
5.4.	SISTEMAS DE RIEGO	11
5.5.	SISTEMA DE ENCENDIDO Y APAGADO	11

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se describirá la instalación eléctrica y el cálculo de las secciones necesarias en la instalación. La intención es ofrecer una mejor seguridad ciudadana, cuando la luz natural sea insuficiente. Por ello, se pretende crear una red eléctrica de alumbrado. Esta red estará compuesta por diferentes elementos de iluminación, principalmente por farolas. También se intentará crear un ambiente agradable que estimule la estancia en ésta zona verde, además de poder apreciar la decoración vegetal. La iluminación del parque la podemos considerar como elemento ornamental adicional durante la noche.

El nivel de iluminación, en servicio deseado, para todos los paseos y zonas de pavimentos duros se fija en 15 lux, similares al establecido para vías y paseos residenciales o secundarios de escaso tráfico.

La distribución de la red eléctrica viene reflejada en el Plano10_Instalación eléctrica.

2. OBJETIVOS DEL ALUMBRADO

La iluminación de zonas verdes, se realiza de tal manera que se alcancen tres objetivos fundamentales:

- Lograr un alumbrado suficiente para proporcionar la necesaria seguridad durante la noche, asegurando una cómoda y fácil circulación.
- Crear un ambiente agradable que estimule el estar en esa zona determinada.
- Resaltar en la noche su belleza para que se pueda gozar de la misma el mayor número de personas durante el máximo número de horas.

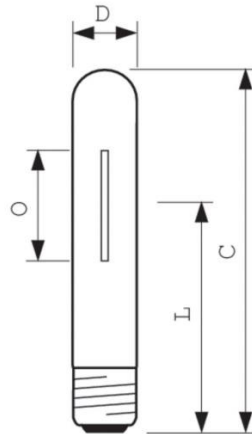
3. ELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIAS

La elección del material utilizado se ha hecho siguiendo La LTE-IEE, normas tecnológicas de la edificación para el alumbrado exterior, la NTE-IEB para las instalaciones en baja tensión y las NTE-IER para las instalaciones de la red exterior.

3.1. LÁMPARAS

El tipo de lámpara seleccionada se encuentra dentro del grupo de lámparas específicas para jardinería. En la ilustración que se muestra a continuación se pueden observar.

Las lámparas seleccionadas serán las lámparas Master Son T Pia Plus 70W/220 E 27 1SL, de vapor de sodio de alta presión. (Catálogo de Philips).



Información general:

Base de casquillo	E27 [E27]	SSF 2.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
Posición de funcionamiento	UNIVERSAL [cualquiera]	LSF 4.000 h nom, ciclo 12 h	99 %
Fallos vida útil hasta 5% (nom.)	17000 h	LSF 6.000 h nom, ciclo 12 h	99 %
Fallos vida útil hasta 10% (nom.)	20000 h	SSF 8.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
Fallos vida útil hasta 20% (nom.)	23500 h	SSF 12.000 h nom, ciclo 3 h	99 %
Fallos vida útil hasta 50% (nom.)	30000 h	SSF 16.000 h nom, ciclo 3 h	96 %
Código Ansi para HID	-	SSF 20.000 h nom, ciclo 3 h	90 %
Descripción del sistema	Arrancador externo (E)		

Datos técnicos de la luz:

Código de color	220 [CCT de 2000 K]	Índice de reproducción cromática (máx.)	25
Flujo lumínico (nominal) (nom.)	6600 lm	LLMF 2000h nominal, horiz.	90 %
Flujo lumínico durante 2.000 horas (mín.)	90 %	LLMF 4000h nominal, horiz.	87 %
Flujo lumínico de 20.000 horas	81 %	LLMF 6000h nominal, horiz.	86 %
Flujo lumínico 5.000 horas (nom.)	86,5 %	LLMF 8000h nominal, horiz.	85 %
Coordenada X de cromacidad (nom.)	540	LLMF 12000h nominal, horiz.	83 %
Coordenada Y de cromacidad (nom.)	420	LLMF 16000h nominal, horiz.	82 %
Temperatura del color con correlación (nom.)	2000 K	LLMF 20000h nominal, horiz.	81 %
Eficacia luminica (nominal) (nom.)	91 lm/W	Ratio Scotopic/Photopic Lumens	0,50

Operativos y eléctricos:

Tensión de suministro de lámpara	230 V [230]	Tiempo de reencendido (min.) (máx.)	30 s
Power (Rated) (Nom)	73.0 W	Tiempo de encendido (máx.)	5 s
Corriente de lámpara (EM) (nom.)	0,975 A	Voltaje (máx)	105 V
Voltaje de suministro de encendido (máx.)	198 V	Voltaje (min.)	75 V
Voltaje pico de arranque (máx.)	1800 V	Voltaje (nom.)	90 V

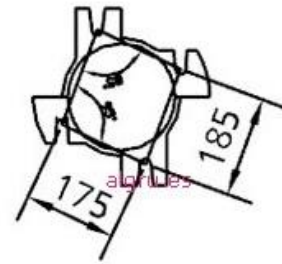
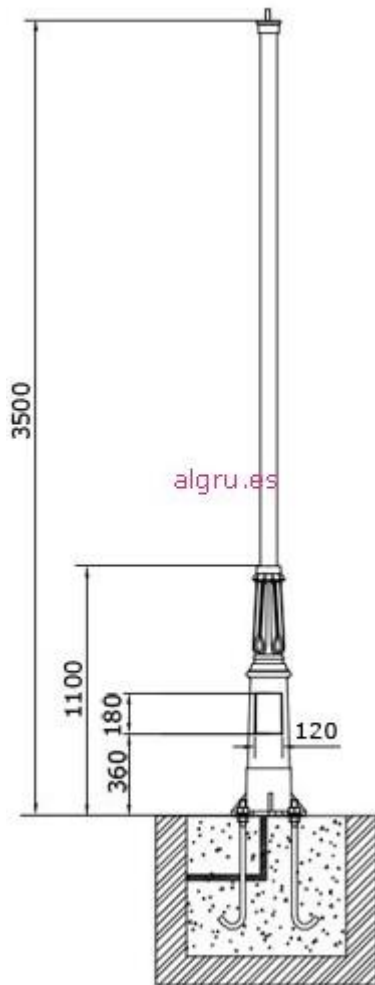
3.2. COLUMNAS

Las lámparas seleccionadas irán montadas sobre columnas clásicas de forma cilíndrica de fundición. La seleccionada en este caso es la Columna Cartuja – ICCA35.

Características principales:

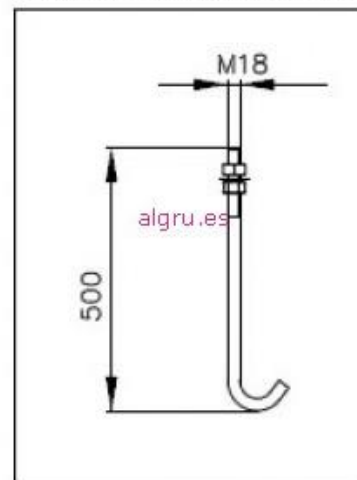
- Descripción: Columna de estilo clásico fabricada en dos piezas.
- Material: Base fabricada en fundición y fuste en acero S-235-JR galvanizado en caliente.
- Acabado: Con imprimación antioxidante y en color negro.
- Aplicación: Columna recomendada para zonas peatonales, residenciales, centros históricos y recintos de comunidades.
- Fijación: Pernos de anclaje M18 x 500 mm.
- Tipo de alumbrado:
 - Alumbrado funcional ambiental.
 - Alumbrado funcional vial.
 - Alumbrado exterior (zonas irregulares como rotondas, rural, parques,...).
- Disposición: Unilateral, doble o triple.
- Tipo de fijación: Lateral, vertical.





PLANTILLA IPCC

PERNOS DE ANCLAJE 1A01



4. ESTUDIO LUMINOTÉCNICO

En primer lugar se calculan el número de lámparas a colocar según la superficie que queremos iluminar. En nuestro caso, dicha superficie es aquella ocupada por los caminos y zonas de pavimento, donde van a ir situadas las farolas. En total, la superficie a alumbrar presenta una extensión total 5180 m².

Una vez calculado el número de lámparas a colocar, se calculará la distancia entre las luminarias y se procederá a su distribución. Se ha de intentar situar estos elementos a una distancia equidistante unos de otros, aunque los caminos conformen un entramado irregular. En el caso comentado, habrá que colocar las luminarias de manera que la iluminación sea la adecuada, independientemente del desigual distanciamiento que tengan las farolas entre sí.

Para poder realizar lo comentado en este apartado, en primer lugar se han de definir los factores de utilización y mantenimiento para la instalación deseada.

4.1. NIVEL DE ILUMINACIÓN

Se recomienda en este tipo de proyectos un nivel de iluminación como valor mínimo aconsejable de 20 lux para las zonas por donde circulan personas, incluyendo caminos, escaleras y cambios de nivel. Aunque en la mayoría de estos tipos de proyectos, es suficiente un empleo de 30 lux, por ello se escogerá ese valor.

4.2. FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento es considerado como la relación entre la iluminación media inicial y la iluminación media en servicio, que se obtiene del producto del factor de mantenimiento de la lámpara por pérdida de flujo, el efecto de la temperatura y el ensuciamiento.

El valor que se va a adoptar para el factor de mantenimiento es de 0.75. En las instalaciones al aire libre no puede ser nunca este valor superior a 0,80.

4.3. FACTOR DE UTILIZACIÓN

El factor de utilización se define como la relación de flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias. Este factor se deduce a partir de las curvas facilitadas por el fabricante de las luminarias.

En función del uso tiene unos valores mínimos, y cogiendo los dos alumbrados (ambiental y funcional), obteniendo un valor medio de ambos mínimo a cumplir, siendo el resultado un 0.40.

4.4. NÚMEROS DE LUMINARIAS (MÉTODO DEL LUMEN)

Se basa en el porcentaje de flujo emitido por la lámpara que es proyectado sobre la superficie a iluminar. Este método proporciona el nivel de iluminación medio, pero no especifica nada acerca de uniformidades, ya que las iluminancias puntuales en la superficie no pueden más que estimarse de forma aproximada.

Para el cálculo de este parámetro, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Em = \frac{Oi \times Fu \times Fm \times N}{S}$$

Donde:

- Em: Iluminación en servicio (30 lux).
- Oi: Lúmenes por lámpara (6600 lm).
- Fu: Factor de utilización (0.4).
- Factor de mantenimiento (0.75).
- N: Número de luminarias.

- S: Área a iluminar (5180 m²).

Por ello, despejando el parámetro de N, número de luminarias, se obtendrá el siguiente resultado:

$$N = \frac{Em \times S}{Oi \times Fu \times Fm} = \frac{30 \times 5180}{6600 \times 0.4 \times 0.75} = 78.50 \rightarrow \mathbf{79 \text{ lámparas}}$$

4.5. DISTANCIA ENTRE LUMINARIAS

Para el cálculo de la distancia entre luminarias adecuada se realiza la siguiente ecuación:

$$Oi = \frac{Em \times A \times D}{Fu \times Fm}$$

Donde:

- Em: Iluminación en servicio (30 lux).
- Oi: Lúmenes por lámpara (6600 lm).
- Fu: Factor de utilización (0.4).
- Factor de mantenimiento (0.75).
- A: Anchura de vía.
- Distancia entre luminarias.

Por ello, despejando el parámetro D, distancia de luminarias, se obtendrá el siguiente resultado:

- Caminos exteriores de anchura de vía, A, de 4 metros:

$$D = \frac{Oi \times Fu \times Fm}{Em \times A} = \frac{6600 \times 0.4 \times 0.75}{30 \times 4} = \mathbf{16.5 \text{ m}}$$

- Caminos interiores de anchura de vía, A, de 2.5 metros:

$$D = \frac{Oi \times Fu \times Fm}{Em \times A} = \frac{6600 \times 0.4 \times 0.75}{30 \times 2.5} = \mathbf{26.4 \text{ m}}$$

5. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1. DIMENSIONADO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados, corrientes armónicas de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

El factor de potencia de cada punto de luz deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación será menor o igual a 3%.

La tensión con la que se suele trabajar es de 380 V.

Para dimensionar, es decir, para el cálculo de la sección de los cables a emplear, se realiza mediante las siguientes fórmulas:

- En función de la intensidad:

$$I(A) = \frac{P}{V \times \cos \varphi \times \sqrt{3}}$$

$$Sección (mm^2) = \frac{\cos \varphi \times \sqrt{3} \times L \times I}{c \times u} \times 1.8$$

- En función de la potencia:

$$Sección (mm^2) = \frac{1.8 \times L \times P}{c \times u \times V}$$

Donde:

- P: Potencia de consumo. Correspondiente al número de farolas del circuito por la potencia correspondiente a cada una de ellas.
- V: Tensión nominal (400V).
- Cos φ : Factor de potencia (0.9).
- L: Longitud. Distancia desde la caja de registro hasta la farola más lejana del circuito.
- I: Intensidad.
- c: Conductividad del conductor. (58 m/ ($\Omega \cdot mm^2$)).
- u: Caída de tensión de la línea medida en voltios, siendo la máxima admisible del 3 % de la tensión nominal. Por ello, el valor será de 12 V.

El número de lámparas que se van a emplear es de 79 lámparas, y cada una tiene una potencia de 70 W. Por ello la potencia total requerida es de 5530 W.

Con estos datos se realizan los cálculos necesarios para la obtención de la sección en mm² del cable.

$$I(A) = \frac{5530}{400 \times 0.9 \times \sqrt{3}} = 8.87A$$

$$Sección (mm^2) = \frac{0.9 \times \sqrt{3} \times 395 \times 8.87}{58 \times 12} \times 1.8 = 7.8 \text{ mm}^2$$

Calculada la sección, vamos al R.E.B.T. y elegimos la sección inmediatamente superior al resultado obtenido que corresponde al cable de sección 10 mm², puesto que la sección mínima del conductor en red subterránea tiene que ser de 6 mm² según la INSTRUCCIÓN MI BT-009.

5.2. RED DE ALIMENTACIÓN SUBTERRÁNEA

5.2.1. CABLES

Los cables serán unipolares con conductores de cobre y tensiones nominales de 0,6/1KV, y tendrán que cumplir los requisitos especificados en la parte correspondiente de la Norma UNE-HD 603.

5.2.2. ENTUBADOS

Los cables irán entubados, y dichos tubos irán enterrados a una profundidad de 0,6 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo. Además se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, situada a una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima del tubo.

Los empalmes y derivaciones se realizarán en arquetas registrables.

5.2.3. CANALIZACIONES ENTUBADAS

Se evitarán los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan dichos cambios, y para facilitar la manipulación, se dispondrá de arquetas con tapa. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables cada 40 m como máximo. A la entrada de las arquetas los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos, para evitar la entrada de roedores y de agua.

El lecho de la zanja donde se recibirá el tubo será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor 5 cm y sobre ella se colocará el cable. En la parte superior del tubo irá otra capa de arena de 10 cm.

Por encima de la arena todos los tubos tendrán que tener una protección mecánica, como por ejemplo unas placas protectoras de plástico, cuya distancia mínima al suelo será de 10 cm y a la parte superior del cable de 25 cm.

5.2.4. TOMAS DE TIERRA

Al lado de cada farola se va a instalar una toma de tierra que será realizada por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, control y medida. El elemento conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, va a ser un cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima 16 mm² de cobre.

5.3. INSTALACIONES DE ENLACE

Son aquellas que unen la caja general de protección con la instalación del usuario. Comienzan por el final de la acometida y terminan en los dispositivos generales de mando y protección.

La instalación de enlace consta de las siguientes partes:

- Red de distribución. Compañía suministradora.
- Acometida.
- Caja General de Protección (CGP) o fusible de seguridad.
- Fusible de seguridad.
- Contador.
- Caja para interruptor de control de potencia.
- Dispositivos generales de mando y protección.

5.3.1. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

Son las cajas donde se alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación.

Como la acometida es subterránea se instalará en un nicho que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo a las características del entorno. Estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 cm del suelo. En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos para la entrada de las acometidas subterráneas de la red general.

5.4. SISTEMAS DE RIEGO

En este apartado, nos referimos a las partes de la instalación de riego que van a necesitar energía eléctrica, como por ejemplo las electroválvulas, las cuales trabajan con corriente alterna a 24 V cada una de ellas. El cálculo de la sección se hará de forma parecida a la utilizada en los circuitos de la red de alumbrado, pero en este caso es circuito es monofásico en vez de trifásico.

Los cables irán enterrados al lado de las tuberías de riego.

5.5. SISTEMA DE ENCENDIDO Y APAGADO

El sistema de alumbrado se pondrá en funcionamiento mediante la acción de un programador astronómico. Permite realizar el programa de encendido y apagado para todo el año. Esto se consigue a partir de los datos de ubicación geográfica del lugar, ajuntando con gran precisión el orto y el ocaso locales, y sin necesidad de ajustarlos a los días de cambio de hora oficial.

Este apartado se coloca en el interior del centro de mando y permite realizar diferentes tipos de operaciones como son:

- Corrección por adelanto o retraso (hasta una hora) del horario teórico obtenido, con el objeto de adaptarse a las características específicas de la topografía, orientación y altura del arbolado.
- Programación de alumbrados reducidos durante ciertos momentos del periodo nocturno.
- Cambio en el programa establecido y consulta directa en todo momento sobre le horario de encendido y apagado.

Este aparato permite un ahorro económico que consigue gracias a su exactitud y por el bajo mantenimiento necesario, hace que sea amortizado en un corto periodo de tiempo.

ANEJO 13

MANTENIMIENTO

ÍNDICE

1.	PLAN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES.....	2
2.	MANTENIMIENTO DE LAS DIFERENTES ZONAS DEL PARQUE	5
2.1.	MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ZONAS PAVIMENTADAS, DE OCIO Y DESCANSO ...	5
2.1.1.	LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CAMINOS, PASEOS, ZONAS ESTACIONALES Y ZONAS DE JUEGOS INFANTILES.....	5
2.1.2.	LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA	6
2.1.3.	LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MOBILIARIO URBANO	7
2.1.4.	LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA RED DE RIEGO	7
2.2.	MANTENIMIENTO DE LAS ZONAS AJARDINADAS. PLANTACIONES	8
2.2.1.	PODA	8
2.2.2.	REPOSICIÓN DE MARRAS	17
2.2.3.	CONTROL DE FLORA ADVENTICIAS	18
2.3.	MANTENIMIENTO DEL CÉSPED	20
2.3.1.	ESCARIFICADO.....	20
2.3.2.	AIREADOS EN PROFUNDIDAD	21
2.3.3.	RECEBOS O ENARENADOS.....	21
2.3.4.	RESIEMBRA	21
2.3.5.	SIEGA	22
2.3.6.	PERFILADOS.....	23

1. PLAN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES

PLANING DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES (PLANTACIONES)													
LABORES A REIZAR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVACIONES
Riego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Abonado de árboles	X	X	X	X	X					X	X	X	Una vez al año, o cada dos años
Abonado Orgánico	X	X										X	
Abonado Mineral			X	X	X					X	X		
Tratamientos fitosanitarios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Poda de arbustos	X	X	X	X	X	X				X	X	X	
Poda de árboles	X	X	X								X	X	
Recorte de setos		X	X	X				X	X				
Cavas			X	X	X	X			X	X	X	X	
Escardas				X	X			X	X	X			
Rastrillado			X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Reposición de árboles y arbustos	X	X								X	X	X	
Recortes y pinzamientos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades

PLANING DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES (CÉSPED)													
LABORES A REALIZAR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVACIONES
Riego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Abonado Orgánico												X	Asociado a operaciones de regeneración
Abonado Mineral			X			X			X				
Tratamientos fitosanitarios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Resiembra				X									
Recebos o enarenados				X									
Escarificado				X								X	
Aireado con horquilla							X	X	X				
Aireado en profundidad				X									
Perfilado	X			X			X			X			
Siega	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades

PLANING DE LOS TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN DE ZONAS VERDES E INSTALACIONES (PASEOS, CAMINOS, XONAS ESTANCIALES Y ZONAS DE OCIO)													
LABORES A REIZAR	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	OBSERVACIONES
Recebo de zonas de juegos infantiles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Reposición de pavimentos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Mobiliario urbano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Alumbrado público y red de riego	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades
Limpieza	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Según necesidades

2. MANTENIMIENTO DE LAS DIFERENTES ZONAS DEL PARQUE

El proyecto se ha sido diseñado comprende diferentes zonas que requieren labores de mantenimiento y conservación, en algunos casos, específicas cada una de ellas. Las diferentes zonas a las que se hace referencia son:

- Zonas pavimentadas, de ocio y descanso.
- Zonas ajardinadas.
- Zonas de césped.
- Zonas de taludes.

2.1. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ZONAS PAVIMENTADAS, DE OCIO Y DESCANSO

El mantenimiento y conservación de estas zonas será sencillo, limitado a la limpieza, restauración y reposición de aquellos elementos que puedan resultar afectados, bien por el vandalismo, su uso, el paso del tiempo y/o cualquier otro factor que provoque o acentúe su deterioro.

para facilitar la subsistencia de los elementos que componen el parque, se le dotará de dispositivos que faciliten las labores de conservación y mantenimiento (bocas de riego, papeleras,...), y aquellos cuyo grado de deterioro sea mayor, se restaurarán o simplemente se sustituirán o se construirán de nuevo, como ya se ha indicado anteriormente.

Todos los elementos que componen una zona verde, que son objeto de mantenimiento y conservación, requieren de reposiciones periódicas, si se quieren mantener los mismos en un estado botánico y ornamental aceptable.

Las labores de reposición de especies vegetales (plantaciones y cespitosas) se describen en sus correspondientes apartados en el presente anejo.

2.1.1. LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE CAMINOS, PASEOS, ZONAS ESTACIONALES Y ZONAS DE JUEGOS INFANTILES

Se distinguen dos tipos de pavimentos diferenciados, los cuales son:

- Pavimentos duros

La conservación de los mismos consistirá, a parte de las labores de limpieza, en la restauración de aquellos que pudieran ser deteriorados por los factores citados anteriormente, en aquellos casos donde su grado de deterioro sea importante, procediendo de forma similar a la realizada para su establecimiento, y como es lógico, con materiales análogos a los sustituidos.

- Pavimentos blandos

La conservación de estas superficies, localizadas en las zonas estacionales y las zonas de juegos infantiles, consolidadas con pavimento terrizo, albero o cualquier otro material similar, requieren de recebados periódicos, pues el uso y disfrute de los mismos y las condiciones climatológicas así lo requieren.

Estos recebados pueden consistir en un simple parcheo o estar orientados en corregir las cárcavas que se provocan, en épocas de lluvias intensas.

La frecuencia de desarrollo de los mismos está en función del tipo de material, calidad inicial de ejecución y diseño y, siempre será necesaria la previsión de, al menos, un parcheado general de toda la superficie cada año.

Cualquier actuación de este tipo requiere de una compactación adecuada alisando previamente el elemento que se aporte y dándole al mismo el grado de humedad suficiente.

Este tipo de pavimentos requiere para su conservación ejecutar labores de escardas, ya que estos presentan el inconveniente de ser invadidos por la vegetación adventicia, debido a que los elementos que los constituyen, con un grado de humedad adecuado, componen el medio ideal para su desarrollo. Por tanto, el mantenimiento adecuado de los mismos requiere escardas periódicas.

Las escardas pueden realizarse de las siguientes maneras:

- De forma manual: Son laboriosas y fatigosas, se aplican a rodales y pequeñas superficies.
- De forma química: Se realizan una serie de aplicaciones de herbicidas, los cuales no pueden ser residuales. Son recomendables los glifosatos.

La frecuencia media son cuatro al año, coincidiendo su intensidad con el periodo de máxima actividad vegetativa; tres suelen realizarse en el periodo Marzo-Junio y la cuarta en Septiembre-Octubre. Para una correcta ejecución de las labores de escarda, ver apartado “2.2.3. Control de la flora adventicia” en el presente anejo.

2.1.2. LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

Es una de las labores más importantes en el mantenimiento de las zonas verdes, ya que:

- Es una labor intensiva en mano de obra, llegando a suponer en algunos casos hasta el 30 % de la jornada laboral.
- Es una labor fundamental para el aspecto estético de la zona verde, ya que si está sucia deriva hacia el usuario la opinión de que está mal conservada, desmereciendo el resto de las labores de mantenimiento.

Se aplicará esta labor a todo el conjunto formado por las diferentes zonas que compone el proyecto; pavimentadas, praderas y zonas de plantaciones.

Se realizará de forma periódica y con frecuencia diaria. Consistirá en el vaciado de papeleras, recogida de restos de las labores de conservación y retirada de papeles, plásticos, hojas y cualquier otro elemento extraño que, por cualquier causa, se deposite en la zona verde. Los restos procedentes de la limpieza, serán retirados a vertedero con la mayor brevedad.

2.1.3. LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DEL MOBILIARIO URBANO

Los elementos de mobiliario urbano, integrados en las zonas verdes, son objeto de conservación. Los trabajos a realizar sobre los mismos se exponen a continuación:

- Anclaje y desanclaje

Estos elementos suelen estar anclados, estando éste condicionado al lugar de su ubicación, diferenciando anclaje en zonas de terrizo y anclaje en zonas pavimentadas. Ver anejo número 11 “Mobiliario urbano y equipamiento”. Los elementos no servibles, serán rechazados y retirados al almacén o vertedero.

- Pintado y esmaltado

Todos los elementos del mobiliario urbano requieren una conservación de acabados anticorrosivos, decorativos o protectores sobre metales o maderas. Según el material de fabricación, en su totalidad, o parte del mismo, se aplicará el tratamiento adecuado.

Los trabajos a realizar van a depender siempre del tipo de material, y son los siguientes:

- Elementos metálicos:

Se realizarán protecciones sobre estos elementos, aplicando una mano de imprimación y una o dos de pintura que, según los casos, podrán ser esmaltes sintéticos industriales, oxirón, epoxi, al zinc y acabados térmicos y electrolíticos, como el galvanizado. En caso de ser necesario, se utilizarán productos desoxidantes, decapantes y disolventes, incluso procesos de chorreado.

- Elementos de madera:

Se realizarán tratamientos en autoclave de vascolizado o tanalizado para elementos nuevos, sustitutivos de otros deteriorados, aplicando sobre ellos y sobre elementos ya en uso acabados decorativos de poro abierto con acción protectora, insecticida, fungicida, hidrófuga.

2.1.4. LABORES DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA RED DE RIEGO

Para lograr el funcionamiento correcto de la red de riego y elementos que la componen, además de que la misma desempeñe su misión, se realizará un mantenimiento preventivo adecuado, sin olvidar que también demandará un mantenimiento correctivo.

La instalación de riego exigirá mantenimiento preventivo, con frecuencia variable según los elementos que la constituyen.

ELEMENTOS	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Valvulería	Revisión de reguladores de presión	Quincenal
	Limpieza de filtros	Mensual
	Relleno de arena en filtros	Según necesidades
	Comprobar cierre de llaves y/o de compuerta	Mensual
Tuberías y accesorios	Comprobar la ausencia de fugas	Periódica
	Comprobar presión estática y dinámica	Periódica
	Reparación y/o sustitución de elementos	Según necesidades
Automatismo	Verificar apertura y cierre de solenoides de electroválvulas	Periódica
	Verificar tensiones de funcionamiento	Periódica
	Comprobar conexiones en empalmes y sellar con cinta vulcanizable	Anual
	Verificar turnos y tiempos de riego en programadores	Semanal
	Reponer baterías de mantenimiento de memoria de programa	Periódica
Aspersores, difusores y goteros	Revisión de filtros en aspersión y difusores	Mensual
	Verificación del alcance del chorro	Semanal
	Comprobación de limpieza de salida de goteros	Mensual
Arquetas	Comprobar y revisar desagües	Mensual
	Lijado y pintado de superficies oxidadas	Anual

2.2. MANTENIMIENTO DE LAS ZONAS AJARDINADAS. PLANTACIONES

2.2.1. PODA

Para favorecer el crecimiento en longitud, así como para eliminar aquellas ramas bajas y de esta manera ayudar al árbol a adquirir un porte arbóreo y no arbustivo, al tiempo que se facilita el acceso a su entorno, será necesario en años posteriores a la plantación, cuando la vegetación lo demande, realizar una serie de podas ligeras.

El modo de actuar será el siguiente: con los utensilios de poda necesarios, en el momento oportuno, el personal encargado del mantenimiento del parque, recorrerá las zonas ajardinadas, y planta a planta se eliminarán aquellas ramas que por su configuración sean menos beneficiosas para el desarrollo del árbol o arbusto, teniendo siempre en cuenta que esta poda ha de ser muy suave, y ante una situación de duda, se optará por no podar.

La poda se realizará solo cuando sea necesaria y para ayudar al árbol o arbusto a adquirir o conservar su fórmula natural o favorecer su floración.

A continuación se facilitan una serie de recomendaciones útiles para realizar la labor de poda en los distintos tipos de plantas, divididos en los siguientes grupos:

- Poda de arbolado.
- Poda de arbustos, subarbustos y setos.
- La siega de la pradera se describe en el capítulo dedicado al mantenimiento del césped.

2.2.1.1. Poda del arbolado

Necesidades de poda

Cualquier especie arbórea, elegida en cuanto al porte según su ubicación, medio de desarrollo adecuado y su adaptación al mismo ha sido progresiva, no sufriendo agresiones especiales, en su parte aérea o en su sistema radicular, se le supone un desarrollo sano y vigoroso. Si así ocurre y además no existe presencia de ataques importantes por plagas y enfermedades, se puede decir que los árboles no necesitan poda, a parte de las podas de mantenimiento.

En realidad no ocurre de esta manera, y sobre todo, en la jardinería urbana, donde el medio suele ser hostil, y las condiciones de desarrollo de su sistema radicular la mayor parte de las veces bajo zonas pavimentadas.

Por esas razones, un árbol en un medio urbano y, sobre todo, si se encuentra en alineación, rara vez podrá tener las condiciones ideales para un desarrollo óptimo. Ello justifica la necesidad de realizar la poda, considerando ésta como respuesta ante un conjunto de acciones que permitan favorecer la adaptación del árbol a su medio.

Estas podas de mantenimiento serán esencialmente preventivas, asegurando en el árbol un mejor estado sanitario y, por lo tanto, mayor longevidad.

Las podas de mantenimiento se limitarán al desarrollo de las siguientes actividades básicas, las cuales son las siguientes:

- Eliminación de ramas muertas y tocones para prevenir accidentes y enfermedades.
- Eliminación de chupones y supresión de ramas estructurales mal dispuestas.
- Aclareo que permita el paso del aire y la luz al centro de la planta, evitando posibles ataques de enfermedades.
- Razonas estética y/o sanitarias.

Principios de poda

Antes de tomar la decisión sobre si se procede o no realizar la poda, convendrá analizar y tener en cuenta los siguientes principios:

- La poda siempre es una agresión, por ser el árbol un ser vivo
- La poda es una labor que representa un coste importante en el mantenimiento.
- Las podas severas y drásticas reducen la esperanza de vida de un árbol.
- Respetar la armonía de la estructura del árbol es importante y ésta debe estar en consonancia con la silueta normal que presenta su porte natural, dado que el diseño del parque así lo exige.
- Una poda bien hecha puede ser beneficiosa si consigue armonizar estéticamente un árbol o conjunto de ellos pero, si se hace mal, también puede destruir esa estética.
- Una poda severa y dilatada en el tiempo no es menos cara que una poda ligera y realizada con periodicidad frecuente. Se recomiendan podas de mantenimiento realizadas periódicamente, ya que evitan las podas severas.
- Las podas deben evitarse siempre que sea posible, y sobre todo, si son drásticas.
- Lo ideal sería que la poda quedase limitada a podas de formación y mantenimiento.
- Las heridas pequeñas cicatrizan más fácilmente que las grandes.
- Una buena cicatrización se consigue con un buen corte.
- Se realizará siempre por personal experto y con las herramientas adecuadas.

Objetivos

A través de la poda se pretende:

- Restablecer el equilibrio de la vegetación dando a la copa un volumen que esté en consonancia con su porte natural.
- En el caso de los árboles de alineación, si fuera necesario, liberar una farola, línea eléctrica, etc.
- El rejuvenecimiento en especies muy abandonadas de poda, desmoche (terciado).
- Crear resistencia al ataque de ciertas enfermedades que suelen desarrollar cuando la vegetación es muy densa.
- Vigorizar especies que se encuentran debilitadas por ataques de plagas o enfermedades.

Clases de poda

Dependiendo de las especies, se pueden distinguir los siguientes tipos de poda según su función:

- Poda de trasplante.

Se realizará sobre las frondosas y coníferas al realizar la plantación o trasplante. Actuando sobre las raíces y sobre la parte aérea y tendrá como misión:

- o Eliminar las raíces dañadas en el trasplante, se realizarán cortes limpios que faciliten una buena cicatrización y un buen enraizamiento.
- o Con esta poda, se conseguirá equilibrar el sistema radicular. Las raíces muy largas se cortarán como máximo a 40-50 cm.
- o Equilibrar la parte aérea para guardar un cierto equilibrio entre el volumen de raíces y ramas.

Se podarán las ramas a la mitad y buscando respetar la forma natural de la especie considerada. El corte se efectuara 2 cm por encima de una yema para evitar la formación de “tocones” que, además de ser focos de infección, son antiestéticos.

- Poda de formación.

Se realizará en la fase juvenil de la planta, y permitirá adaptar el árbol a las condiciones con las que se va a encontrar en su enclave definitivo, condicionando el tipo de poda que en el futuro se realizará sobre el mismo. El primer año coincide con la poda de trasplante.

Esta poda se realizará en consonancia con el porte natural de la especie. Las especies arbóreas que forman parte del diseño del parque van a vegetar de forma libre.

Este tipo de poda también será de necesaria aplicación sobre el sistema radicular, cuando en vivero hayan sufrido mal cultivo, originando un sistema radicular mal distribuido.

Cuando se aplica este tipo de poda a la parte aérea, se distinguen varias fases:

Formación del tallo.

- Se define la guía principal y se proporciona la altura con el grosor del tronco. Se reconstruye la misma en el caso de rotura.
- Se eliminan las ramas que estén formando horquilla, sobre todo las que compiten con la guía terminal.
- Se realiza el “resubido” o “refaldado” eliminando de formas progresiva y regular las ramas más bajas del árbol. Con ello se eleva la copa, adaptando su desarrollo a las condiciones de su enclave.

Formación de la estructura.

Se pretende conseguir una estructura solida y equilibrada acorde con la forma que se ha definido. Como el porte elegido es el característico de su especie, se limita a eliminar las ramas que estén mal situadas y molesten.

Para formar la estructura se seguirán los siguientes pasos:

- Seleccionar las ramas estructurales, en función de su orientación y vigor.
- Reequilibrar su vigor, mediante podas más o menos severas.
- Corregir la orientación de las ramas estructurales y alargar o acortar las mismas mediante poda.

- Poda de mantenimiento.

Serán ligeras y se realizaran con frecuencia anual.

Son ejemplo de poda de mantenimiento anual las denominadas en “cabezas de gato”. Reciben este nombre por los abultamientos que se forman al cabo de los años, cuando se suprimen los brotes del año en un mismo punto, dichos abultamientos simulan la cabeza de un gato. Las podas de mantenimiento plurianuales son más severas, estando orientadas a reducir la copa. Esta reducción de copa puede resultar antiestética, cuando se trata por ejemplo de eliminar las “cabezas de gato”, o ser, muy estética cuando se reduce la copa a la inglesa donde, respetando el porte natural del árbol, se reduce considerablemente la copa sin recurrir a podas severas tipo terciado.

Otro tipo de poda de mantenimiento es el aclareo, con ella se aligera la estructura de una parte de sus ramificaciones. No se modifica el volumen, pero la transparencia que se consigue es importante.

Una modalidad de la poda de aclareo es la denominada poda de “resubido”, que se aplica a especies que no soportan podas severas.

- Perfilado de formas.

- Podas excepcionales.

Personal y equipo

La poda se realizará por equipos, en los que, además del podador, tiene que haber personal para dirigir la caída de las ramas y que además troceen y retiren las mismas.

Las labores de podas se realizarán con las herramientas adecuadas y el equipo necesario (cinturón y cuerda de seguridad y apoyo, cuerda para ayudar a bajar y dirigir la caída de ramas, casco, motosierra....) y se tomarán todas las precauciones para conseguir la seguridad y la eficiencia técnica del trabajo.

Formas de realizar los cortes

Cuando se realiza un corte se provoca una herida, la cubrición y cicatrización de la misma, se produce por la formación de un “labio cicatrizante” denominado vulgarmente callo, cuyo desarrollo es desde los bordes del corte hacia el centro. La formación del labio cicatrizante es consecuencia directa de la actividad del cambium.

Cuando se realice el corte se hará de forma que facilite el desarrollo del cambium, con ello se conseguirá un cicatrización rápida y total y, además, se evitarán infecciones que provoquen pudriciones.

Siempre se respetarán los principios esenciales de una buena cicatrización, que son:

- Mantener limpios y saneados los bordes de los cortes, un corte con los bordes limpios cicatriza y cierra mejor que un corte con los bordes astillados.
- Procurar que los cortes no se provoquen en ramas de gran diámetro, una herida pequeña se recubre de forma rápida, eliminando riesgos de infección.

El emplazamiento ideal de un corte se sitúa en el plano que une el exterior inmediato de la arruga de corteza y la extremidad superior del cuello de la rama, esto se debe a que ésta inclinación favorece la formación de un callo circular.

Si se realizan los cortes muy lejos del tronco o de la rama soporte, el callo no se desarrollará en el borde del corte y al no poder ser regado por la savia, quedará un tocón de madera muerta.

Si por el contrario se realiza el corte a ras del tronco o de la rama portadora, el callo se forma casi siempre solo en los lados del corte, al estar el cambium del borde superior e inferior estropeados.

Partiendo de la base de que lo fundamental para conseguir una buena cicatrización es realizar un buen corte, es conveniente, y así se hará, proteger los cortes contra la necrosis, impregnando los más gruesos con cera mástic; ayuda a la cicatrización de las heridas por favorecer el crecimiento del tejido calloso a partir del cambium perimetral. No se debe olvidar que es más positivo para la cicatrización un corte bien dado que la aplicación del mástic: un corte mal dado cicatriza mal aún con la aplicación del mástic, un corte bien dado cicatriza bien sin aplicarlo.

El leño descubierto en los cortes de gran perímetro se tratará con un fungicida energético de impregnación, como el naftenato de cobre al 0,3% disuelto en alcohol o gas-oil. Se procurará que este producto no afecte el cambium, porque se retrasaría su crecimiento. Tras la impregnación del leño, se procederá a su impermeabilización con el mismo producto asfáltico. De este modo, se conseguirá evitar la infección del leño

por hongos xilófagos que descompondrían la madera, formando cavidades y debilitando la rama, con el consiguiente riesgo de caída.

2.2.1.2. Poda de arbustos y setos

Necesidades

Los arbustos al igual que los árboles, llegan a su máximo valor ornamental cuando su desarrollo es natural. Se debe recordar, por ejemplo, que en las zonas de arbustos se ha buscado en su diseño una cierta semejanza con el medio natural.

Los arbustos estarán plantados al objeto de apreciarlos libremente, en forma aislada o agrupada, y se procurará recortarlos lo menos posible, ya que la mayor parte de ellos no requieren más que una poda moderada para mantener su forma y renovar sus ramas debilitadas por la floración.

En los arbustos, la poda se limitará a realizar limpieza de ramas viejas o enfermas y descargar la excesiva abundancia de ramas, todo ello encaminado a dar aire y luz a las ramificaciones demasiado compactas.

Nunca se deberá rebajar uniformemente un arbusto con el pretexto de sanear y rejuvenecer la planta, sin tener en cuenta si su floración se verá comprometida. Tampoco se deberá dejar a su aire y que formen pronto una espesura impermeable al aire y la luz.

Factores a considerar

Para realizar la poda, se deberán considerar los siguientes factores:

- Su porte natural cuando crece libremente en la naturaleza. La poda no debe contrariar excesivamente la forma que la planta adoptaría si no se interviniera sobre ella.
- La forma y época de florecer el arbusto.
- Si son de hoja caduca o perenne.

A pesar de lo indicado, pueden coincidir circunstancias concretas que justifiquen la intervención con una poda determinada, como:

- Cuando se quiere variar la forma del arbusto y hacer resaltar mas la planta.
- Cuando se desea mejorar la calidad y cantidad de las flores en aquellas especies que sean decorativas por éstas.
- Cuando haya que rejuvenecer arbustos débiles o enfermos. En este caso, se tendrá que suprimir las partes enfermas y rebajar el arbusto hasta sus ramas principales, para lograr una vegetación nueva y vigorosa.

Tipos de poda

Se distinguen las siguientes podas que se describirán a continuación Las podas de formación y conservación, se pueden aplicar a cualquier tipo de arbustos, sin embargo, la poda de floración se aplica a los arbustos que son decorativos por sus flores.

- Poda de formación

Orientada a conseguir que el arbusto al crecer vaya adquiriendo una forma que sea la más adecuada para conseguir su máximo valor ornamental. Con la poda de formación, se regula la vegetación y se ayuda a la formación de las ramas principales.

- Poda de conservación

Se realizará en ejemplares adultos bien formados. Tendrá por misión mantener el equilibrio entre las diferentes partes del arbusto y evitar que las plantas tengan demasiada espesura. Se llevará a cabo conservando las ramas principales y suprimiendo las del centro, que impiden una buena aireación por haberse desarrollado mucho.

- Poda de rejuvenecimiento

Cuando un arbusto haya alcanzado gran desarrollo con la edad, a veces necesitará una poda fuerte. Se realizará esta conservación, siempre que sea posible, de las ramillas jóvenes que brotan de la base y eliminando a ras todas o algunas de las ramas más vigorosas. Esta poda se realizará cada varios años dependiendo de la especie. Las ramillas que se conserven tendrán una longitud de un metro aproximadamente.

- Poda de floración

Se tendrá en cuenta como se forman los botones florales y la época de floración. Se distingue:

Para arbustos que florecen sobre brotes del año:

Estos brotes que se originan a través de una yema inserta en la madera del año anterior, dan lugar a brotes secundarios que coronan en flor. Generalmente, la apertura de las flores tiene lugar en verano o en otoño, y siempre en los brotes que se han desarrollado en primavera-verano.

Para arbustos que florecen sobre brotes del año anterior convertidos en ramas:

En este caso, pueden distinguirse tres maneras de presentarse el botón floral.

- El botón floral se constituye en otoño, en la extremidad de un brote del año, pero no se abre hasta la primavera siguiente.
- Los botones florales están insertos lateralmente a lo largo de ramas desarrolladas el año anterior. Florecen igualmente en la primavera siguiente. En este caso, en los arbustos de hoja caduca, la floración se produce antes de la aparición de las hojas.
- Las yemas situadas lateralmente sobre ramas del año anterior, como en el caso precedente, desarrollan primero un corto brote herbáceo para terminar produciendo una inflorescencia. En este caso, la floración tiene lugar después de la aparición de las hojas.

La existencia de todos estos tipos de floración exige que la poda de floración se haga de distinta manera, según cada caso. Ante todo, sirve de guía la fecha de apertura de los botones florales. Por esto, se suelen clasificar los arbustos en:

- Arbustos de floración invernal o primaveral.
- Arbustos de floración estival u otoñal.

El conocimiento de la fisiología de los arbustos para una poda adecuada es fundamental

Realización de la poda

Se describe la ejecución de la poda, dependiendo de la época de floración y el tipo de arbusto.

- Poda de arbustos de floración estival u otoñal.

En este tipo de plantas, las flores se desarrollan sobre los brotes que han crecido en el mismo año, sobre la madera del año anterior.

Si se quiere una floración abundante, la poda se realiza a tres o cinco yemas; por el contrario, si se pretende una floración más limitada con flores más grandes, es preciso reducir la cantidad de ramas, podando más corto, a una o dos yemas. A veces, es conveniente podar por segunda vez alguna de estas especies, suprimiendo ramas inútiles, conservando las destinadas a llevar las inflorescencias y asegurando que se reemplacen algunas ramas florales. Es conveniente el suprimir las flores que se han marchitado, sobre todo en variedades que reflorecen.

No se debe olvidar cortar la madera vieja puesto que solo las ramas que se desarrollarán después de la poda llevarán flores. Una poda tardía retrasa la floración.

- Poda de arbustos de floración invernal o primaveral.

De esta poda cabe destacar las siguientes características:

- Sus botones florales se forman en otoño y florecen en invierno o primavera. Se podan cuando la floración ha terminado. Ésta depende entonces de la importancia del ramaje del año anterior.
- La labor de poda será diferente según el modo en que se encuentren situadas las flores en las ramas, el vigor y la forma de vegetar la planta.
- Esta poda es menos severa que la de los arbustos de floración estival.
- En los arbustos en que aparecen las flores en los laterales de las ramas, como en *Forsythia*, la poda tiene que ser larga, reduciendo las ramas un tercio o un cuarto de su longitud.
- En especies cuyas flores aparecen al final de los tallos, la poda consiste en suprimir las flores pasadas y recortar las ramas demasiado largas.
- En las que las flores aparecen sobre las pequeñas ramitas laterales nacidas de la madera vieja, la poda consiste en recortar moderadamente las ramas vigorosas, con objeto de favorecer el desarrollo de las pequeñas ramas secundarias, que originan consiguientemente, otros tantos brotes florales para el año siguiente.
- En general, se eliminan los chupones, salvo en casos en los que se quiera poseer demasiada madera vieja.

Épocas de poda

Según la época y forma de florecer de cada especie, varía la época de realizar la poda. En función de ello se distinguen los siguientes casos:

- Arbustos decorativos por sus flores

Las especies que florecen con la planta en plena vegetación (verano-otoño) y, sobre ramas del mismo año, se podan durante el reposo de la misma. En el caso de los arbustos de hoja caduca, se realiza la poda en el periodo otoño-invierno, si los arbustos son de hoja perenne, se podan algo más tarde, a principios de primavera.

Las especies que abren sus flores cuando empieza a mover la savia, sobre ramas del año precedente o sobre ramas más viejas, se podan en plena vegetación, tan pronto como el periodo de floración ha terminado (primavera avanzada). Si se poda antes de ese periodo, se suprimen los botones florales, con la consiguiente pérdida o disminución de la floración.

Esto se aplica de igual forma sobre los arbustos de hoja caduca o perenne.

- Arbustos decorativos por sus hojas

Se pueden distinguir diferentes casos:

- o Arbustos de hoja perenne.

La mejor época de poda es al inicio de la vegetación (febrero y marzo). Algunos de estos arbustos, reaccionan mal a las podas anuales y sólo se les debe aplicar una poda de rejuvenecimiento.

- o Arbustos con hojas coloreadas

La mayoría tienen hojas caducas, se podan en invierno. Una poda severa favorece el desarrollo de ramas con hojas mucho mas coloreadas.

- Arbustos decorativos por sus frutos

Se deben podar cada cuatro o cinco años para que los frutos produzcan todo el efecto decorativo que se espera de ellos.

- Podas después de heladas fuertes

Después de inviernos rigurosos, las ramas pueden ser destruidas por las heladas. Hay que eliminar inmediatamente, por una poda estudiada, toda la madera afectada, puede ser una simple poda de despunte o una poda de rebaje, dependiendo de la intensidad de la helada.

Casos particulares de poda

Existen algunas especies que, aunque se podan basándose en los principios fundamentales de la poda ya descritos, requieren de algún tratamiento específico.

- Poda de arbustos trepadores.

Las trepadoras precisan de podas muy diferentes, deben evitarse las podas si se pueden desarrollar libremente sin estorbar y con una vegetación adecuada.

El criterio, si hubiese que podar, es el mismo que el descrito para los arbustos no trepadores.

- Poda de setos.

Para que un seto cumpla su misión y tenga buen aspecto, hay que realizar podas periódicas, de los cuales se distinguen:

- Poda de formación. No será necesaria, el seto ya está establecido.
- Poda de conservación.

La poda de conservación comprende dos tipos de operaciones a realizar en el seto:

- Labor vigorizante y limpieza.
- Labor de recorte.

La poda de vigorización y limpieza se realiza para mantener en perfecto equilibrio el vigor vegetal. Debe realizarse antes del comienzo del movimiento de savia.

Los recortes de conservación son imprescindibles para el mantenimiento de la forma y belleza del seto, mantienen el equilibrio entre las ramas altas y bajas. En general, los recortes se realizan dos veces al año, normalmente mayo y agosto.

2.2.2. REPOSICIÓN DE MARRAS

Un mantenimiento adecuado exige de la sustitución, renovación o resiembras de las plantas permanentes o de temporada, árboles, arbustos sarmentosas y plantas de flor y viváceas, que hubiesen perdido o mermado considerablemente sus características ornamentales, o bien, que su precario estado botánico haga necesaria tal situación para un futuro próximo.

En las reposiciones que se realicen, se deberá hacer uso de especies idénticas en características botánicas, edad, tamaño y conformación a las que en el momento de la sustitución reúna el conjunto del que han de formar parte. Este criterio será de imposible aplicación cuando se refiere a grandes ejemplares.

El proceso de reposición de marras lleva la siguiente metodología:

- Una vez bien entrada la época de actividad vegetativa en verano, por ejemplo, el personal encargado del mantenimiento del parque recorrerá las zonas ajardinadas, y se encargará de examinar la plantación, para poder así detectar la presencia de aquellos ejemplares que han podido perderse, bien porque estén muertos o porque su estado esté muy deteriorado.
- Realizada esta operación, el siguiente paso consistirá en reponer nuevamente los ejemplares fallidos, en la época idónea para su plantación.
- Las reposiciones de árboles y arbustos serán convenientes en el periodo de reposo vegetativo (otoño-invierno), aunque si no se tratase de grandes ejemplares, su cultivo en maceta o contenedor, permite realizar la reposición en cualquier época del año si fuera necesario.
- Se realiza en árboles y arbustos deteriorados, con mayor urgencia.

Para la reposición de árboles y arbustos, se realiza siguiendo una serie de criterios técnicos, los cuales se describen a continuación:

- Apertura del hoyo: tiene que ser proporcionado en dimensiones al tamaño del cepellón de la planta.
- Acopio y mejora del sustrato: mejora del suelo de origen mediante un aporte de abonos orgánicos o minerales, llegando incluso a su sustitución si éste no reúne las condiciones.
- Plantación: enterrado el cepellón con el sustrato preparado, el cual debe ser apretado con los pies, según tongadas, para evitar la formación de bolsas de aire. Sin olvidar la formación del alcorque y el dar un riego de plantación que es básico.

Para la reposición de flor de temporada, pueden ser anuales, bienales, bulbosas y vivaces. Su reposición será básica, ya que éstas serán las que den colorido a la zona verde y realcen su valor. Pueden ser:

- Plantas anuales

Su ciclo vegetativo es anual, existiendo dos denominaciones:

- Anuales de otoño. Se planta en otoño y florecen en octubre-mayo.
- Anuales de primavera. Se plantan al inicio o mediados de primavera y desarrollan su ciclo de floración en el periodo mayo-septiembre.

La preparación de los macizos de plantación se realizará:

- Mediante mullido a través de una cava profunda.
- Incorporación de abonos, sobre todo orgánicos.
- Enterrando los abonos mediante cava.

La densidad media de plantación es 15-20 unidades por m². Realizada la plantación, se efectuará un rastrillado general seguido de un riego copioso.

- Plantas bienales

El ciclo de la planta es de dos años. Se siembran en verano, se repican en verano, se plantan en otoño y florecen a principios de invierno, prolongando su floración hasta la primavera siguiente e inicio de verano.

La preparación de los macizos y la densidad de plantación, serán las mismas que se han definido para las plantas anuales.

- Plantas bulbosas

Los bulbos de floración primaveral se plantan en octubre-noviembre. Los bulbos de floración de verano y otoño se plantan en primavera de marzo a mayo.

La preparación de los mismos será similar a la descrita para los macizos anuales, realizando en los mismos las correcciones necesarias con arena, turba, mantillo... La profundidad de plantación dependerá de la especie.

- Plantas vivaces

Cumplen un ciclo y sus partes aéreas se renuevan cada año. La época de plantación adecuada es de noviembre a abril.

La preparación del terreno será similar a la descrita para las plantas anuales. La plantación se realizará después de alisar el terreno, trazando la alineación o grupos que se pretendan plantar. La densidad depende de las especies, oscilando entre un marco de 10 a 60 cm.

2.2.3. CONTROL DE FLORA ADVENTICIAS

Junto con el riego, la siega del césped y la limpieza, el control de la vegetación adventicia es una de las labores que más dedicación exige en el mantenimiento de un jardín.

La flora adventicia deslucen el jardín, produce sensación de abandono, compite con las plantas y es refugio de plagas y enfermedades. No obstante, en agricultura ecológica y en plantaciones frutales son útiles. Se reciclan y se vuelven a incorporar al suelo. Además protegen el suelo de la erosión.

Las escardas tienen como misión la eliminación de la vegetación adventicia. Se efectúan cuando desmerezca el aspecto del terreno, pudiendo realizarse, además de con medios mecánicos o manuales, con medios químicos, aunque en este caso, hay que elegir bien el herbicida y efectuar la aplicación adecuadamente.

2.2.3.1. Métodos de control de las malezas

Los métodos principales para su control son los siguientes:

- Escarda manual: empleo de manos o azada.
- Escarda mecánica: empleo de desbrozadora de hilo.
- Escarda química: empleo de herbicidas.

Manual

Escarda.

- La escarda manual o mecánica consiste en el entrecavado de las zonas ocupadas por árboles, arbustos y plantas de flor, es el método tradicional y más usado.
- En los macizos de flores proyectados y pequeñas áreas no se puede usar la desbrozadora de hilo, ni tampoco herbicidas porque se dañarían las plantas circundantes a menos que estos últimos sean selectivos y afecten solo a plantas de hoja estrecha.
- Se recomienda regar el día antes de desherbar manualmente, para que el terreno esté húmedo y así extraer la vegetación espontánea con facilidad.
- Se sacarán con la mayor cantidad de raíces posible. Con la corregüela, por ejemplo, hay que insistir mucho arrancando profundo, y aun así, es difícil de eliminar.

Cavas

- Su finalidad es mejorar el suelo proporcionando una buena estructura, aireándolo y rompiendo la costra superficial, pero obviamente, se elimina también la vegetación adventicia que se encuentre en el terreno. Su profundidad es de 20 cm, llegando a veces a 30 cm en las cavas profundas, en ningún caso deben afectar al sistema radicular.
- Para los árboles plantados en alcorque, estas cavas se realizarán en toda la superficie.
- La frecuencia de las cavas es variable, según el tipo de suelo, clima y estado de cubrición de la masa arbustiva, suelen realizarse entre 4 y 6 cavas al año, realizando el mayor número de las mismas en el periodo primavera-verano.

Después de efectuar las cavas y escardas, se pasa un rastrillo para alisar el terreno y eliminar elementos extraños (piedras, hierbas....).

Se recomienda el control de la flora adventicia por este método, bien sea manualmente o con azada, en zona de superficies reducidas con alta densidad de plantación y también para las zonas de juegos infantiles; como se han citado anteriormente este método será ideal para los macizos de flores de temporada.

En las restantes zonas proyectadas, arboledas, praderas,... el control de la flora adventicia por medio de este método puede que no implique rentabilidad y además resulte fatigoso, dado que la superficie a cubrir es considerable, por ello se plantea el uso de otros métodos alternativos (mecánicos y químicos) para la eliminación de las malezas en esas zonas, a continuación se describen.

Desbrozadora

Esta máquina lleva un hilo de nylon y tiene dos usos principales, los cuales son:

- Romper la vegetación adventicia a ras de suelo.
- Perfilar los bordes del césped.

Se puede sustituir el hilo de nylon por un disco metálico, accesorio mucho más potente que permite si fuera preciso seccionar matorral.

2.3. MANTENIMIENTO DEL CÉSPED

Un césped de calidad es el resultado conjunto de los siguientes aspectos:

- Instalación adecuada.
- Mantenimiento esmerado y sistemático.

2.3.1. ESCARIFICADO

La poda vertical o escarificado es una operación de mantenimiento que realiza las siguientes acciones beneficiosas sobre el césped:

- Entresaca el fieltro, que es el resultado de la acumulación en la base del césped de restos vegetales. Este fieltro llega a alcanzar un alto grado de compactación, impidiendo la libre circulación de agua y aire a través del perfil del suelo, provocando asfixia radicular y favoreciendo la aparición de enfermedades fúngicas.
- El escarificado mejora la permeabilidad del césped y favorece el acceso de los abonos al sistema radicular de las plantas.
- El escarificado se realiza con el escarificador, consistente en un eje horizontal que soporta una serie de cuchillas verticales, capaces de traspasar el fieltro y rascar 1-2 cm en el terreno de asiento.
- El escarificado estimula el ahijamiento de las plantas, y por tanto, el rejuvenecimiento de la pradera.
- En caso de que el escarificado se asocie a un recebo y resiembra, la operación se realizara al comienzo de la primavera.

2.3.2. AIREADOS EN PROFUNDIDAD

Es una técnica de mantenimiento realizada con máquinas aireadoras, cuya función es perforar la superficie del césped, permitiendo su descompactación y mejorando su permeabilidad. Favoreciendo además la aplicación de recibos y resiembras.

Las máquinas aireadoras automáticas, pueden ser verticales o rotativas según cuál sea el mecanismo de extracción de la porción de suelo perforada.

Son máquinas muy profesionales, limitadas a campos de golf, clubes deportivos, o empresas de mantenimiento de jardines.

En jardines pequeños, como es el caso, se puede optar por la utilización de un rodillo perforador, que realiza un trabajo más imperfecto al no extraer el cilindro de suelo perforado, pero puede ser una solución suficiente en el mantenimiento del césped del parque.

2.3.3. RECEBOS O ENARENADOS

Recebos de arena

La aplicación de arena en superficie, mejorará su permeabilidad y su resistencia mecánica al pisoteo y al arrancamiento, ya que el terreno será más flexible y no actuará de “guillotina” para la hoja.

Recebos orgánicos

Con ellos se aplicará humus, mejorando la fertilidad y la estructura del suelo. Para su realización, se recomienda el uso de una selección de turbas de alta calidad, obtenidas en capas profundas exentas de semillas y esporas de hongos, a dosis de 2 l/m².

Recebos mixtos

Consiste en la utilización como material de recebo de una mezcla al 50% de arena y turba de alta calidad a una dosis de 2 l/m². Los recibos irán asociados a operaciones de regeneración del césped: aireado o escarificado.

2.3.4. RESIEMBRA

El recebo debe acompañarse, a ser posible, de una resiembra, para lo cual se mezclará con el material a aportar, una dosis de semilla variable según el estado del césped y su composición.

A título orientativo, pueden emplearse las siguientes cantidades:

- *Poa*: 8 mg/m²
- *Ray – grass*: 15 mg/m²
- *Festuca*: 10 mg/m²

El uso normal de una zona verde, por acciones de vandalismo, sobre todo en parques públicos, originan en los céspedes calvas que hay que resembrar, para que el mismo alcance su máximo valor ornamental.

La regeneración de una calva se realizará aplicando los siguientes métodos seleccionados:

Por siembra

Se tratará la zona aresembrar de igual forma que cuando se realiza una implantación de césped. Los mejores meses para realizarlas son el de septiembre y mayo. Se deben evitar realizarlas durante los meses que se prevé problemas de heladas.

Por tepes

Trozos de césped, generalmente rectangulares, ya constituidos, que se comercializan en forma de placas, con su parte proporcional de tierra unida a las raíces, constituyendo rollos como si se tratase de una alfombra.

Al tratarse de un trasplante con cepellón, para resiembras de pequeños rodales, se pueden realizar éstas en cualquier época, siempre y cuando se realice bien la operación mecánica y no coincida con días de calor muy fuerte o heladas intensas.

2.3.5. SIEGA

La siega es una operación fundamental de mantenimiento, ya que de ella depende, en gran medida, el aspecto final que vaya a ofrecer el tapiz de verde hierba.

Hay que contemplar los siguientes aspectos:

- Maquinaria a emplear.
- Frecuencia de siega.
- Altura de siega.

Existen en el mercado dos tipos principales de segadoras: rotativas y helicoidales.

Las segadoras rotativas son más empleadas en jardinería ornamental por aficionados, parques públicos, campos de deporte y grandes superficies. El elemento cortante es una cuchilla con dos brazos que giran sobre un eje vertical a gran velocidad.

No permite siegas inferiores de 15-20 mm. Estas máquinas se caracterizan por tener un mantenimiento fácil y barato, que se reduce a afilar periódicamente las cuchillas, y comprobar la perfecta alineación del eje de giro y la cuchilla que mueve.

El corte es, sin embargo, mucho menos perfecto que el de las máquinas helicoidales utilizadas en céspedes de mayor calidad, como el existente en los recintos deportivos.

La altura de siega dependerá de:

- Tipo de césped.
- Utilización (ornamental, campo de fútbol, campo de golf,...).

- Mezcla de semillas empleadas.

El intervalo que debe mediar entre dos siegas consecutivas, depende, lógicamente, de la época del año y del tipo de césped, pero se establece como término medio el plazo que permita a la hierba crecer 1/3 por encima de su altura regular de siega. Nunca se debe segar de una sola vez más del 30% de la altura foliar del césped.

Tipo clima	Número de siegas												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Continental	1	1	2	2	3	4	4	4	3	2	1	0	27
Atlántico	1	2	2	2	3	4	4	4	3	2	1	1	29
Mediterráneo	1	2	2	3	4	4	4	4	4	3	2	1	34

Realización de una siega correcta:

- Evitar cortar la hierba mojada.
- Evitar exagerar la velocidad de avance de la cortadora.
- Alternar el sentido o dirección de corte.
- Revisar y mantener correctamente las piezas de la máquina, sobre todo cuchillas y contra cuchillas.
- Limpiar la cortadora con agua a presión con un fungicida en disolución para no transmitir las enfermedades de un césped a otro.
- Elevar la altura de corte en verano para limitar la evapotranspiración.
- Volver a elevar la altura de corte en otoño o en la entrada de invierno, pues el césped resistirá mejor el pisoteo y el arrancamiento.
- No cortar nunca de una sola vez más de 1/3 de la hoja.
- Descender la altura de corte progresivamente.

2.3.6. PERFILADOS

Todas las gramíneas ahíjan dando lugar a nuevas matas que invaden más superficie de la existente en el trazado original. En la conservación del césped uno de los fines que se persiguen es mantener el trazado inicial de la pradera, por ello, será necesario el recorte periódico de los bordes, para mantener dicho trazado controlado.

La labor de perfilado se desarrolla simplemente por su valor estético y ornamental, sin embargo, a simple vista, es una de las labores de conservación que definen si el mantenedor de una zona verde desarrolla su trabajo con profesionalidad.

El perfilado se realizará sobre todo en el contorno de los límites de la pradera y, además, sobre el contorno de los macizos existentes dentro del césped.

Aunque el contorno del césped se encuentre delimitado por un bordillo, también se hace necesario el realizar la labor de perfilado.

Se realizará mediante pala de jardín y el objetivo final será la eliminación de todas las rebarbas que se originan entre un perfilado y otro. También podrá realizarse utilizando:

- Máquinas perfiladoras. Mediante una cuchilla separan las rebarbas con parte de tepe; retiradas las mismas, se aprecia en toda su longitud la labor de perfilado.
- El desbrozador con cabezal de hilo de nylon desarrolla bien esta labor, pero requiere que los perfilados se realicen de forma periódica.

Se realizará de forma periódica con medios mecánicos, se llevarán a cabo cuatro perfilados a lo largo del año, coincidiendo dos de ellos con los meses de abril a octubre.

Cuando el trazado es sinuoso y de difícil mecanización, el mismo se ejecuta de forma manual, realizando al menos dos perfilados por año, coincidiendo con los meses de abril y octubre

ANEJO 14

SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1.	INTRODUCCION	3
1.1.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
1.1.1.	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA	3
1.1.2.	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
2.	NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA	4
3.	DENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS	5
3.1.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. MOVIMIENTOS DE TIERRAS	5
3.1.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	5
3.1.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	5
3.1.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	6
3.2.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. ALBAÑILERÍA	6
3.2.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	6
3.2.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	6
3.2.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	7
3.3.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. TERMINACIONES (PAVIMENTACIONES, REVESTIMIENTOS, ELUCIDOS, PINTURAS, ENFOSCADOS, CARPINTERÍA, CERRAJERÍA)	7
3.3.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	7
3.3.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	8
3.3.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	8
3.4.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. INSTALACIONES (FONTANERÍA, ELECTRICIDAD, MOBILIARIO)	9
3.4.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	9
3.4.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	9
3.4.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	10
3.5.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. MAQUINARIA	10
3.5.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	10
3.5.2.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD	10
3.5.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	10
3.6.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. HERRAMIENTA EN GENERAL	11
3.6.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	11
3.6.2.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD	11
3.6.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	11
3.7.	IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. HERRAMIENTAS EN GENERAL MANUALES	12
3.7.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	12
3.7.2.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD	12

3.7.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	13
4.	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	13
4.1.	BOTIQUINES	13
4.2.	ASISTENCIA A ACCIDENTADOS	13
4.3.	RECONOCIMIENTO MÉDICO	13
5.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	14
6.	PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	14
7.	TRABAJOS POSTERIORES	15
7.1.	REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.	15
7.1.1.	RIESGOS MÁS FRECUENTES	15
7.1.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS	15
7.1.3.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	15
8.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	15
9.	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	16
10.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	16
11.	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	17
12.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS	18
13.	LIBRO DE INCIDENCIAS	18
14.	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	19
15.	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES	19
16.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS	20
17.	CONDICIONES	20
17.1.	SEGURIDAD E HIGIENE	20

1. INTRODUCCION

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece que, en los proyectos de obra incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

1.1.1. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

Presupuesto

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata del proyecto a la expresada cantidad de **751.700,45 €**.

Plazo de ejecución

El plazo de ejecución previsto desde su iniciación hasta su terminación completa es de cinco meses.

Personal previsto

Dadas las características de la obra, se prevé el siguiente personal:

- 1 Jefe de Obra.
- 1 Encargado General.
- Oficiales albañiles, cerrajeros, instaladores y otros oficios con sus respectivos ayudantes o peones.

Datos del proyecto de obra

- Tipo de Obra: Proyecto de restauración. Creación de zonas verdes.
- Población: Lardero.
- Promotor: Ayuntamiento de Lardero.
- Proyectista: Alejandro Martínez Sanz.

1.1.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se redacta el presente Plan de Seguridad y Salud a fin de analizar, estudiar y planificar en función del propio sistema de ejecución, las previsiones respecto a la prevención de riesgo de accidentes profesionales, la evaluación de los riesgos, las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar, y demás prescripciones reglamentarias contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud que para esta obra se dispone.

La Dirección Técnica de la Empresa Constructora en la obra efectuará su desarrollo y ejecución, con la aprobación expresa y bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución, de acuerdo con el R.D. 1627/98 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras.

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día en las debidas condiciones de seguridad y salud, y los previsibles trabajos posteriores.

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1980, Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Ley 31/95 Prevención de Riesgos Laborales. Jefatura del Estado 08/11/95. BOE (10/11/95).
- Real Decreto 39/97 del Ministerio de Trabajo 17/01/97. BOE (31/01/97). Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/97 del Ministerio de la Presidencia 24/10/97. BOE (25/10/97).
- Real Decreto 780/98 del Ministerio de Trabajo 30/04/98. BOE (01/05/98) Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/97 del Ministerio de Trabajo 14/04/97. BOE (23/04/97) Disposiciones mínimas de seguridad y salud (lugares de trabajo).
- Estatuto de los Trabajadores. Ley 8/1980 de 10 de marzo (selección de artículos).
- Ley 8/1988 de 7 de abril (Infraestructuras y Sanciones de Orden Social, Selección de artículos).

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

3.1. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

3.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios al interior de la excavación.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido, contaminación acústica.
- Vibraciones.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Inhalación de sustancias tóxicas.
- Ruinas, hundimientos, desplomes en edificios colindantes.
- Condiciones meteorológicas adversas.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.
- Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
- Contagios por lugares insalubres.
- Explosiones e incendios.
- Derivados del acceso al lugar.

3.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Talud natural del terreno.
- Entibaciones.
- Apuntalamientos, apeos.
- Achique de aguas.
- Colocación de barandillas en los bordes de excavación.
- Colocación de tableros o planchas en huecos horizontales.
- Separación tránsito de vehículos y operarios.
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Avisadores ópticos y acústicos en la maquinaria.
- Protección de las partes móviles de la maquinaria.
- Cabinas o pórticos de seguridad.
- No acopiar materiales junto al borde de excavación.
- Conservación adecuada de las vías de circulación.
- Vigilancia de edificios colindantes.

- No permanecer bajo frente excavación.
- Mantener la distancia de seguridad con las líneas eléctricas.

3.1.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeable.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón anti vibratorio.
- Ropa de trabajo.
- Traje impermeable.

3.2. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. ALBAÑILERÍA

3.2.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo y distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caída de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos, aplastamientos en medios de elevación y transporte.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruidos, contaminación acústica.
- Vibraciones.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto de cemento y cal.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Derivados medios auxiliares usados.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.

3.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.

- Redes verticales y horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso con peldaños y protegida.
- Carcasas y resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Plataformas de descarga de material.
- Evacuaciones de escombros.
- Iluminación natural o artificial adecuada.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Andamios adecuados.

3.2.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Mascarillas con filtro mecánico.

3.3. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. TERMINACIONES (PAVIMENTACIONES, REVESTIMIENTOS, ELUCIDOS, PINTURAS, ENFOSCADOS, CARPINTERÍA, CERRAJERÍA)

3.3.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo y distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Caídas de materiales transportados.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos y pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido, contaminación acústica.
- Vibraciones.
- Ambiente pulvígeno.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Explosiones e incendios.
- Derivados del acceso al lugar.
- Atropellos, colisiones, alcances, vuelcos de camiones.
- Dermatitis por contacto de cemento y cal.
- Ambientes pobres en oxígeno.
- Inhalación de vapores y gases.
- Explosiones e incendios.
- Derivados de medios auxiliares usados.
- Radiaciones y derivados de la soldadura. Quemaduras.
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles.

3.3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales y horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso con peldaños y protegida.
- Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Plataformas de descarga de material.
- Evacuación de escombros.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Andamios adecuados.

3.3.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeable.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Pantalla de soldador.
- Gafas de seguridad.

3.4.IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. INSTALACIONES (FONTANERÍA, ELECTRICIDAD, MOBILIARIO)

3.4.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas de operarios al mismo y distinto nivel.
- Caídas de operarios al vacío.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos y en pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido, contaminación acústica.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Ambientes pobres en oxígeno.
- Inhalación de vapores y gases.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Explosiones e incendios.
- Derivados de medios auxiliares usados.
- Radiaciones y derivados de soldadura.
- Quemaduras.
- Derivados del acceso al lugar de trabajo.
- Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles.

3.4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Marquesinas rígidas.
- Barandillas.
- Pasos o pasarelas.
- Redes verticales y horizontales.
- Andamios de seguridad.
- Mallazos.
- Tableros o planchas en huecos horizontales.
- Escaleras auxiliares adecuadas.
- Escalera de acceso con peldaños y protegida.
- Carcasa o resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Plataformas de descarga de material.
- Evacuación de escombros.
- Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Andamios inadecuados.

3.4.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Caso de seguridad.
- Botas o calzado de seguridad.
- Botas de seguridad impermeable.
- Guantes de lona y piel.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Pantalla de soldador.

3.5. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. MAQUINARIA

3.5.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Vuelco.
- Atrapamientos.
- Caídas al subir o bajar.
- Atropello.
- Desplome de la carga.
- Golpes de la carga.

3.5.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Antes de iniciar maniobras de descarga, se instalarán calzos, inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga admisible.
- El encargado de la grúa tendrá siempre a la vista la carga suspendida. Si no fuese posible, las maniobras estarán dirigidas por un señalista.
- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán el 20%.
- Se prohíbe arrastrar cargas.
- Las cargas se guiarán con cabos de gobierno.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno de la máquina a distancias inferiores a 5 m y bajo cargas suspendidas.

3.5.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de polietileno.
- Guantes de cuero.

- Botas de seguridad.
- Ropas de trabajo.
- Calzado para conducción.

3.6. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. HERRAMIENTA EN GENERAL

3.6.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Cortes.
- Quemaduras.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.

3.6.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Las máquinas, herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, están protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán al Vigilante de Seguridad para su reparación.
- Las máquinas, herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.
- Las máquinas, herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc. conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas, herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohíbe el uso de máquinas, herramientas, al personal no autorizado, para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro abandonadas en el suelo o en marcha, aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

3.6.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.

- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad anti proyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Mascara anti polvo con filtro mecánico o específico recambiable.

3.7. IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS. HERRAMIENTAS EN GENERAL MANUALES

3.7.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de altura.
- Caídas de objetos.
- Erosiones en manos.
- Lesiones oculares.
- Ambiente pulvígeno.
- Derrumbes imprevistos.
- Descargas eléctricas.
- Explosiones de gas.
- Incendios.
- Inundaciones de agua.
- Lumbalgia por esfuerzo.
- Atropellos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.

3.7.2. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

- Requerir normas y reglamentos vigentes.
- Conocimiento de la técnica constructiva de lo existente.
- Indagar sobre posibles modificaciones de la obra original.
- Evaluar el estado de conservación.
- Realizar inspecciones previas, incluido vecindario.
- Estimar la alteración de los esfuerzos estructurales.
- Colocar testigos para control deformaciones.
- Identificar y neutralizar instalaciones de electricidad, gas, vapor, agua, cloacas...
- Establecer las zonas de acopio y carga, determinando las cargas máximas.
- Organización del tráfico interno de vehículos y personas.
- Señalización interior y exterior de obra.
- Determinar los niveles de trabajo simultáneos.

- Prever actuación contra incendios o explosiones.
- Acción contra el ambiente pulvígeno.
- Prever apeos.
- Comenzar por lo más liviano y por los elementos desmontables.
- Evitar las sobrecargas.
- Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, colocarán en portaherramientas o estanques adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que deban utilizar.

3.7.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco.
- Gafas.
- Guantes.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Mascarilla anti polvo.

4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

4.1. BOTIQUINES

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente. Estará a cargo de él una persona capacitada, designada por la empresa constructora, conteniendo el material especificado en la O.G.S.H.T. Estará prevista su revisión mensual, así como la reposición inmediata de lo consumido.

4.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Los trabajadores accidentados serán atendidos en:

- El Centro Asistencial más próximo a la obra.
- En caso de gravedad, se trasladarán a los Centros Asistenciales concertados por cada Empresa Interviniente en la Obra, para el tratamiento de las posibles lesiones producidas.

4.3. RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, que será repetido una vez que haya transcurrido un año desde la contratación del trabajador.

5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Teniendo en cuenta la duración de la obra y el número de operarios previstos, las necesidades se cubrirán mediante la instalación de las siguientes instalaciones provisionales para los trabajadores:

- Comedores.
Se dispondrá de un recinto modular, independiente de los restantes, provisto de ventilación natural suficiente, iluminación adecuada y tomas de corriente que permitan el acoplamiento de estufas para el invierno, y dotado de mesas y asientos. Se proveerá la disposición de un calienta comidas. Se colocarán por el exterior recipientes para basuras.
- Vestuarios.
Se dispondrá de un recinto modular, dotado de puertas al exterior con ventilación e iluminación adecuada, provisto de armarios o taquillas metálicas con cerradura para la ropa y calzado, así como asientos para el personal. Se proveerá de tomas de corriente para la instalación de estufas en el invierno.
- Servicios.
Se dispondrá de recintos modulares, provistos en total de los siguientes elementos:
 - Inodoro o placa turca en cabina individual, con puerta, pestillo interior y percha de 1,20 x 1,00 x 2,30 m.
 - Piletas corridas, provistas de grifos con agua fría y caliente.
 - Duchas en cabina individual, con puerta, pestillo interior y percha.
 - Calentador de agua de 100 l.
 - Espejos.
 - Papel higiénico, jabón y demás elementos higiénicos y sanitarios precisos.

6. PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

El acceso a la obra, por parte de los transportes de material a la misma, no presentará demasiadas dificultades. Las calles son anchas, y el tráfico que discurre por ellas es de escasa intensidad. Para acopio de materiales, se utilizarán espacios no aprovechados en la urbanización interior, señalizándose y acotándose debidamente.

Si se ocupa la acera durante el acopio de material en la obra, mientras dure la maniobra de descarga, se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la acera, con protección a base de vallas metálicas de separación de áreas y se colocarán señales de tráfico que avisen a los automovilistas de la situación de peligro.

7. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Artículo 6 del Real Decreto 1627/1997 establece que, en el Estudio se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

7.1. REPARACIÓN, CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

7.1.1. RIESGOS MÁS FRECUENTES

- Caídas al mismo nivel en suelos.
- Caídas de altura por huecos horizontales y en cerramientos.
- Caídas por resbalones.
- Reacciones químicas por productos de limpieza y líquidos de maquinaria.
- Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos.
- Explosión de combustibles mal almacenados.
- Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos.
- Impacto de elementos de la maquinaria por desprendimientos de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento, y por roturas por exceso de carga.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio.
- Vibraciones de origen interno y externo.
- Contaminación por ruido.

7.1.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros.
- Anclajes de cinturones fijados.

7.1.3. PROTECCIONES INDIVIDUALES

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada

8. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

En la introducción del Real Decreto 1627/1997 y en el apartado 2 del Artículo 2, se establece que el Contratista y el Subcontratista tendrán la consideración de Empresario a los efectos previstos en la normativa sobre Prevención de Riesgos Laborales. Como en las obras de edificación es habitual la existencia de numerosos subcontratistas, será previsible la existencia del Coordinador en la fase de ejecución.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

9. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y el personal actuante apliquen, de manera coherente y responsable, los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador.

10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, el Contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirá, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

11. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El Contratista y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

12. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales, participando, en particular, en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador.
- Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

13. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento de Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en la obra y en poder de Coordinador. Tendrán acceso al Libro; la Dirección Facultativa, los Contratistas y Subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al Contratista y a los representantes de los trabajadores.

14. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador durante la ejecución de las obras observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al Contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho, a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente, notificará al Contratista, y en su caso a los Subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

15.DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el Contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos que conlleva su trabajo, así como de las conductas a observar y del uso de las protecciones colectivas y personales, con independencia de la formación que reciban, esta información se podrá dar por escrito.

Se establecerán las Actas:

- De autorización de uso de máquinas, equipos y medios.
- De recepción de protecciones personales.

- De instrucción y manejo.
- De mantenimiento.

Se establecerán por escrito las normas a seguir cuando se detecte situación de riesgo, accidente o incidente.

De cualquier incidente o accidente relacionado con la Seguridad e Higiene, se dará conocimiento fehaciente al Coordinador de Seguridad y Salud en fase de Ejecución y a la Dirección Facultativa, en un plazo proporcional a la gravedad del hecho. En el caso de accidente grave o mortal, dentro del plazo de las 24 horas siguientes.

16. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

17. CONDICIONES

17.1. SEGURIDAD E HIGIENE

Descripción

- Sistemas de protección tanto individuales como colectivos, para evitar posibles accidentes.
- Instalaciones necesarias para conseguir un mínimo de confort en la obra, para aquellos trabajadores que tengan que permanecer en ésta fuera del horario de trabajo.
- Tanto los sistemas de protección como las instalaciones proyectadas, se ajustarán a la Legislación vigente como a la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Componentes

Forman este capítulo los siguientes elementos:

- Instalaciones provisionales de obra:
 - Casetas prefabricadas.
 - Acometidas provisionales.
 - Mobiliario y equipamiento.
- Señalizaciones:

- Carteles y señales.
 - Vallados.
- Protecciones personales:
 - Protecciones para cabeza.
 - Protecciones para cuerpo.
 - Protecciones para manos.
 - Protecciones para pies.
- Protecciones colectivas:
 - Protecciones horizontales.
 - Protecciones verticales.
 - Protecciones varias.
- Mano de obra de seguridad:
 - Formación de Seguridad e Higiene.
 - Reconocimientos.
 - Limpieza y conservación.

Condiciones previas

- Se considerarán las unidades que intervendrán para desarrollar la protección más idónea en cada caso.
- Se incluirán también aquellas instalaciones de salubridad que sean necesarias para el correcto funcionamiento de las personas que tengan que utilizarlas.

Ejecución

Se especificarán todas las características, tanto geométricas como físicas, de los productos a emplear. Dichas características se ajustarán a la normativa vigente y en su defecto se adecuarán al riesgo del que se pretende proteger.

Control

- Todas las protecciones que dispongan de homologación deberán acreditarla para su uso. Para su recepción, y por tanto, poder ser utilizadas, carecerán de defectos de fabricación, rechazándose aquellas que presenten anomalías.
- Los fabricantes o suministradores facilitarán la información necesaria sobre la duración de los productos, teniendo en cuenta las zonas y ambientes a los que van a ser sometidos.
- Las condiciones de utilización se ajustarán exactamente a las especificaciones indicadas por el fabricante.
- Los productos que intervengan en la seguridad de la obra y no sean homologados, cumplirán todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones y/o especificadas por la Dirección Facultativa.
- Cuando los productos a utilizar procedan de otra obra, se comprobará que no presenten deterioros, ni deformaciones; en caso contrario serán rechazadas automáticamente.

- Periódicamente se comprobarán todas las instalaciones que intervengan en la seguridad de la obra. Se realizarán de igual modo limpiezas y desinfecciones de las casetas de obra.
- Aquellos elementos de seguridad que sean utilizados únicamente en caso de siniestro o emergencia, se colocarán donde no puedan ser averiados como consecuencia de las actividades de la obra.
- En cada trabajo, se indicará el tipo de protección individual que debe utilizarse, controlándose el cumplimiento de la normativa vigente.

Mantenimiento

- Periódicamente se comprobará el estado de las instalaciones, así como del mobiliario y enseres.
- Cuando las protecciones, tanto individuales como colectivas, presenten cualquier tipo de defecto o desgaste, serán sustituidas inmediatamente para evitar riesgos.
- Se rechazarán aquellos productos que, tras su correspondiente ensayo, no sean capaces de absorber la energía a la que han de trabajar en la obra.
- Periódicamente se medirá la resistencia de la puesta a tierra para el conjunto de la instalación.
- Los equipos de extinción serán revisados todas las semanas, comprobando que los aparatos se encuentren en el lugar indicado y no han sido modificadas las condiciones de accesibilidad para su uso.
- Se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas de mantenimiento previstas para cada tipo de protección, comprobando su estado de conservación antes de su utilización.

Seguridad

- En su colocación, montaje y desmontaje, se utilizarán protecciones personales y colectivas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan derivarse de dichos trabajos.
- Se verificará periódicamente el estado de todos los elementos que intervengan en la seguridad de la obra.
- Las partes activas de cualquier elemento de seguridad no serán accesibles en ningún caso.
- No servirán como protección contra contactos directos con las partes activas los barnices, esmaltes, papeles o algodones.
- Cuando se realicen conexiones eléctricas se comprobará la ausencia de alimentación de corriente.
- En los obstáculos existentes en el pavimento se dispondrán rampas adecuadas, que permitan la fácil circulación.
- Los medios personales responderán a los principios de eficacia y confort permitiendo realizar el trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no presentando su uso un riesgo en sí mismo.
- Los elementos de trabajo que intervengan en la seguridad tanto personal como colectiva, permitirán una fácil limpieza y desinfección.

Medición

- El criterio general de medición y valoración será el reflejado en el presupuesto del proyecto.
- Al intervenir una gran cantidad de elementos en la Seguridad e Higiene en una obra no se puede dar ninguna pauta de medición concreta en este pliego; por lo que al desarrollar el Pliego de Condiciones particulares de cada uno de ellos, se especificará claramente su forma de medición y valoración.